

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

16/9/5

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013699848 **Image available**

WPI Acc No: 2001-184072/ 200119

XRPX Acc No: N01-131318

Surgical connection has coupling element, two placement elements, bone plates, and holders

Patent Assignee: AESCULAP AG & CO KG (AES-N)

Inventor: FISCHER M; LERCH K; STEINHILPER K; WEISSHAUPT D

Number of Countries: 021 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19952359	C1	20010322	DE 1052359	A	19991030	200119 B
WO 200132089	A1	20010510	WO 2000EP10547	A	20001026	200128
EP 1223874	A1	20020724	EP 2000969554	A	20001026	200256
			WO 2000EP10547	A	20001026	
US 20020156475	A1	20021024	WO 2000EP10547	A	20001026	200273
			US 2002133260	A	20020426	
JP 2003512885	W	20030408	WO 2000EP10547	A	20001026	200333
			JP 2001534301	A	20001026	

Priority Applications (No Type Date): DE 1052359 A 19991030

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 19952359 C1 19 A61B-017/84

WO 200132089 A1 G A61B-017/68

Designated States (National): JP US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE

EP 1223874 A1 G A61B-017/68 Based on patent WO 200132089

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

US 20020156475 A1 A61B-017/58 Cont of application WO 2000EP10547

JP 2003512885 W 59 A61B-017/58 Based on patent WO 200132089

Abstract (Basic): DE 19952359 C1

NOVELTY - A coupling element (28) joins two placement elements (18,20) so that bone-plates (10,12) are fixed between the two placement elements. Relative movement between the coupling element and the second (20) element crosswise to the direction in which the bone-plates are clamped causes the bone-plates to be fixed between the two placement elements. The first and or second placement element has/have a holder fitting into the gap (14) between the adjacent bone-plates.

USE - Surgical connection for fixing bone-plates

ADVANTAGE - The connection is easily and safely inserted and economically produced, and is made of materials especially compatible with the body.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a cap-shaped segment taken from the top of a skull.

Bone plates (10,12)

Gap (14)

Coupling element (18,200 Placement elements(28)

pp; 19 DwgNo 1/17

Title Terms: SURGICAL; CONNECT; COUPLE; ELEMENT; TWO; PLACE; ELEMENT; BONE;

PLATE; HOLD
Derwent Class: P31
International Patent Class (Main): A61B-017/58; A61B-017/68; A61B-017/84
International Patent Class (Additional): A61B-017/58
File Segment: EngPI



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 199 52 359 C 1

⑮ Int. Cl.⁷:
A 61 B 17/84
A 61 B 17/58

DE 199 52 359 C 1

⑯ Aktenzeichen: 199 52 359.2-35
⑯ Anmeldetag: 30. 10. 1999
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 22. 3. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:
Aesculap AG & Co. KG, 78532 Tuttlingen, DE

⑯ Vertreter:
HOEGER, STELLRECHT & PARTNER
PATENTANWÄLTE GBR, 70182 Stuttgart

⑯ Erfinder:
Lerch, Karl-Dieter, Dr.med., 58452 Witten, DE;
Fischer, Manfred, Dipl.-Ing.(FH), 78532 Tuttlingen, DE;
Steinhilper, Klaus-Dieter, Dipl.-Ing.(FH), 78532 Tuttlingen, DE;
Weīshaupt, Dieter, Dipl.-Ing.(FH), 78194 Immendingen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	296 14 921 U1
US	48 02 477
EP	07 87 466 A1

⑯ Chirurgisches Verbindungselement zur Fixierung benachbart angeordneter Knochenplatten

⑯ Um ein chirurgisches Verbindungselement zur Fixierung benachbart angeordneter Knochenplatten, umfassend ein erstes Anlageelement, ein zweites Anlageelement und ein Kopplungselement, mittels welchem erstes und zweites Anlageelement derart miteinander koppelbar sind, daß zwischen dem ersten und dem zweiten Anlageelement liegende Knochenplatten fixierbar sind, derart auszustalten, daß es auf einfache und sichere Weise einsetzbar und kostengünstig herstellbar ist, wird vorgeschlagen, das zweite Anlageelement und das Kopplungselement so auszubilden und aufeinander abzustimmen, daß durch Relativbewegung zwischen dem Kopplungselement und dem zweiten Anlageelement quer zu einer Klemmrichtung die Knochenplatten zwischen dem ersten und dem zweiten Anlageelement fixierbar sind.

DE 199 52 359 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein chirurgisches Verbindungselement zur Fixierung benachbart angeordneter Knochenplatten, umfassend ein erstes Anlageelement, ein zweites Anlagelement und ein Kopplungselement, mittels welchem erstes und zweites Anlageelement derart miteinander koppelbar sind, daß zwischen dem ersten und zweiten Anlagelement liegende Knochenplatten fixierbar sind.

Um dem Operateur einen Zugang zum Operationsbereich zu eröffnen, wird beispielsweise bei craniochirurgischen Eingriffen die Schädelkapsel des Patienten dadurch geöffnet, daß mittels Craniotomieschnitten unter Ausbildung eines Schnittspalts ein Kalottensegment der Schädelkapsel entnommen wird, um so einen Zugang zum darunter liegenden Gehirn zu erhalten. Im Anschluß an die Operation muß das der Schädelkapsel entnommene Kalottensegment wieder in die Schädelkapsel eingefügt und an der verbliebenen Schädelkalotte fixiert werden.

Aus der DE 296 14 921 U1 ist ein chirurgisches Verbindungselement zur Fixierung eines einer Schädelkapsel entnommenen Kalottensegments an der verbliebenen Schädelkalotte bekannt, bei welchem das Verbindungselement einen in einen Schnittspalt zwischen Kalottensegment und verbliebener Schädelkalotte einführbaren Verbindungsschaft, einen Verbindungskopf zum Überdecken des Schnittpaltes sowie ein vom Verbindungsschaft seitlich vorspringendes, am Kalottensegment sowie der verbliebenen Schädelkalotte anlegbares Anlageelement umfaßt.

Aus der EP 0 787 466 A1 ist eine Vorrichtung zum Fixieren eines aus der Schädelkapsel zum Zwecke eines operativen Eingriffs herausgetrennten Knochenstücks in einem am verbliebenen Schädelbein freigelegten Bereich bekannt, wobei eine mittig gelochte Scheibe als erstes und zweites Anlagelement auf einen Schaft als Kopplungselement aufschiebbar sind und eine Scheibe ausgehende Radialschnitte aufweist. Zum Fixieren der Scheibe an dem Schaft wird ein Werkzeug verwendet. Auch eine Gewindeverbindung kann zum Einsatz kommen.

Aus der US 4,802,477 ist eine Vorrichtung zum Sichern eines Sternums in einer geschlossenen Stellung nach Öffnung bekannt. Ein entsprechender Fixierungskragen greift in eine Gewindestange ein.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein gattungsgemäßes chirurgisches Verbindungselement derart auszubilden, daß es einfach und auf sichere Weise einsetzbar und auf kostengünstige Weise herstellbar ist und insbesondere körperverträgliche und resorbierbare Materialien verwendbar sind.

Diese Aufgabe wird bei einem chirurgischen Verbindungselement der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das zweite Anlagelement und das Kopplungselement so ausgebildet und aufeinander abgestimmt sind, daß durch Relativbewegung zwischen dem Kopplungselement und dem zweiten Anlagelement quer zu einer Klemmrichtung die Knochenplatten zwischen dem ersten und dem zweiten Anlagelement fixierbar sind.

Durch eine derartige Ausgestaltung muß keine Gewindeverbindung oder Klemmverbindung über den ganzen Umfang eines Schafts mehr vorgesehen werden, sondern die Kopplung zwischen dem zweiten Anlagelement und dem Kopplungselement läßt sich auf einfache und doch sichere Weise ausbilden. Dadurch hat man auch eine größere Auswahl an Materialien, die zur Herstellung des chirurgischen Verbindungselements einsetzbar sind, da kein Gewinde mehr geschnitten werden muß.

Bei einem Gewindeschritt oder auch bei einer Verklemmung über den ganzen Umfang sind bevorzugterweise Metalle zu verwenden, um eine gute Fixierung zu erhalten.

Durch die erfindungsgemäße Kopplung, die davon abgeht, insbesondere einen Gewindeschritt vorzusehen zu müssen, lassen sich dann auch beispielsweise weichere Kunststoffmaterialien einsetzen, die eine hohe Körperverträglichkeit oder Resorptionsfähigkeit aufweisen und mit denen sich durch den erfindungsgemäßen Fixierungs- und Kopplungsmechanismus sich eine gute und sichere Verbindung herstellen läßt.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung läßt sich insbesondere eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem zweiten Anlagelement und dem Kopplungselement herstellen.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn eine Fixierungsstellung des ersten und des zweiten Anlagelements durch Relativbewegung zwischen dem Kopplungselement und dem zweiten Anlagelement quer zur Klemmrichtung verriegelbar ist. Dadurch läßt sich auf einfache Weise mit kostengünstig herstellbaren Verbindungselementen eine sichere Fixierung erreichen.

Aus demselben Grund ist es besonders günstig, wenn eine Fixierungsstellung des ersten und des zweiten Anlagelements durch Relativbewegung zwischen dem Kopplungselement und dem zweiten Anlagelement quer zur Klemmrichtung entriegelbar ist. Beispielsweise läßt sich dann eine Nachjustierung auf einfache Weise während einer Operation durchführen,

Um die Verklemmung von zwischen dem ersten und dem zweiten Anlagelement eingeklemmten Knochenplatten zu verbessern, ist es besonders günstig, wenn das erste und/oder zweite Anlagelement einen Haltekörper aufweisen, welcher in einen Zwischenraum zwischen benachbart angeordneten Knochenplatten einsetzbar ist. Ein solcher Haltekörper dient als zusätzliche Verkeilung und insbesondere bewirkt er auch eine zusätzliche Fixierung in einer Richtung quer zur Klemmrichtung.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Haltekörper in Querrichtung zur Klemmrichtung elastisch ausgebildet ist und insbesondere federnd ausgebildet ist. Dadurch läßt sich in dieser Querrichtung der Abstand der Knochenplatten, welche an dem Haltekörper anliegen, in bestimmten Grenzen variieren und insbesondere läßt sich bei der Verwendung von mehreren Verbindungselementen eine Verspannung einer Knochenplatte gegenüber umgebenden Knochenplatten in Querrichtung erreichen.

Da die Verbindungselemente im Körper verbleiben, ist es vorteilhaft, wenn ein solches Verbindungselement aus einem körperverträglichen Material hergestellt ist. Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn das Verbindungselement aus einem resorbierbaren Kunststoffmaterial gefertigt ist. Schnittspalte zwischen den Knochenplatten wachsen nach der Operation wieder zu und bei resorbierbarem Material kann Gewebe auch über das Verbindungselement wachsen, so daß dieses kein "Störfaktor" im Körper ist.

Bei einer vorteilhaften Variante einer Ausführungsform ist das Kopplungselement mit einer Sollbruchstelle versehen. Dadurch kann auf einfache Weise, insbesondere nach erfolgter Fixierung, das Kopplungselement entsprechend verkürzt werden. Ganz besonders vorteilhaft dabei ist es, wenn die Sollbruchstelle so am Kopplungselement angeordnet und so ausgebildet ist, daß ein Bruch im wesentlichen bei einer solchen Zugspannung erzeugbar ist, welche eine optimale Vorspannung der Knochenplatten bewirkt. Dadurch läßt sich die Fixierung durch den Operateur auf einfache Weise erreichen.

Günstigerweise weist das erste und/oder zweite Anlagelement einen hochgezogenen Randbereich zur Erzeugung einer Zugspannung in Klemmrichtung auf. Ein solcher hochgezogener Randbereich läßt sich bei der Herstellung

der Fixierung, bei welcher Knochenplatten zwischen dem ersten und dem zweiten Anlageelement eingeklemmt werden, verformen. Dadurch wird in der Fixierungsstellung (der Klemmstellung) eine Kraft durch den verformten hochgezogenen Randbereich ausgeübt, der die Verklemmung verstetigt und damit eine hohe Fixierungssicherheit bewirkt.

Kostengünstig ist es, wenn das erste und das zweite Anlageelement im wesentlichen gleich ausgebildet sind, da dadurch die Herstellung vereinfacht ist.

Günstigerweise ist dabei das erste Anlageelement auf funktional gleiche Weise wie das zweite Anlagelement mit dem Kopplungselement koppelbar.

Bei einer Variante einer Ausführungsform ist es vorgesehen, daß das erste Anlageelement einstückig oder formschüssig mit dem Kopplungselement verbunden ist. Das erste Anlageelement muß dann nicht mehr mit dem Kopplungselement vor Verwendung eines Verbindungselements verbunden werden.

Vorteilhafterweise weist das zweite Anlageelement mindestens eine Durchgangsausnehmung für das Kopplungselement auf, so daß das zweite Anlagelement und das Kopplungselement relativ zueinander parallel zur Klemmrichtung beweglich sind.

Günstig und insbesondere fertigungstechnisch vorteilhaft ist es dabei, wenn das zweite Anlagelement mindestens eine Fixierungsausnehmung aufweist, mittels welcher sich das zweite Anlagelement und das Kopplungselement relativ zueinander fixieren lassen.

Bei einer Variante einer Ausführungsform ist es vorgesehen, daß eine Fixierungsausnehmung eine Ausdehnung in einer Querrichtung aufweist, so daß die Fixierungsausnehmung nicht radial symmetrisch ausgebildet ist. Dies ermöglicht eine Kopplung, die auf einfache Weise herstellbar ist.

Weiterhin ist es insbesondere fertigungstechnisch günstig, wenn das zweite Anlagelement mindestens eine Durchgangsausnehmung für das Kopplungselement aufweist, so daß das Kopplungselement und das zweite Anlagelement relativ zueinander verschieblich sind, und mindestens eine Fixierungsausnehmung aufweist, wobei die mindestens eine Durchgangsausnehmung und die mindestens eine Fixierungsausnehmung miteinander verbunden sind.

Bei einer Ausführungsform ist es vorgesehen, daß das zweite Anlagelement durch eine Relativbewegung des ganzen Anlagelements zum Kopplungselement mit diesem verbindbar ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist es vorgesehen, daß zwischen dem ersten und dem zweiten Anlagelement sitzende Knochenplatten durch eine Relativbewegung des Kopplungselements zum zweiten Anlagelement fixierbar sind.

Schließlich ist es bei einer weiteren Ausführungsform vorgesehen, daß das zweite Anlagelement mit dem Kopplungselement durch eine Relativbewegung eines am zweiten Anlagelement sitzenden Halteils zum Kopplungselement mit diesem verbindbar ist.

Bei einer Variante einer Ausführungsform ist es vorgesehen, daß das Kopplungselement ein starrer Körper ist. Dies bedeutet, daß das Kopplungselement eine definierte Gestalt hat. Das Kopplungselement kann aber weiterhin elastische Eigenschaften haben, d. h. sich beispielsweise elastisch verformen lassen.

Günstigerweise ist das Kopplungselement so dimensioniert, daß es in einer Querrichtung zu seiner Längsrichtung eine größere Breite aufweist als in der Querrichtung senkrecht dazu. Dadurch ist das Kopplungselement bandsförmig ausgebildet. Die längere Seite liegt bei der Positionierung des Verbindungselements in einem Schnittspalt und der Abstand zwischen benachbarten Knochenplatten ist (bei Anlie-

gen an dem Kopplungselement) im wesentlichen durch die Breite der schmaleren Seite bestimmt. Dadurch ist zum einen die Breite des Knochenpaltes verringert und zum anderen läßt sich eine sichere Kopplung zwischen dem zweiten

5 Anlageelement und dem Kopplungselement erreichen, ohne daß beispielsweise ein Gewinde am Kopplungsteil und zweiten Anlageelement vorgesehen werden muß.

Bei einer Variante einer Ausführungsform ist es vorgesehen, das Kopplungselement in seiner Längsrichtung im we-

10 sentlichen rotationssymmetrisch auszubilden. Eine solche Ausführungsform ist beispielsweise dann vorteilhaft, wenn gegeneinander zu fixierende Knochenplatten eine stark von einer ebenen Form abweichende Gestalt haben und Verbindungsselemente entsprechend angelegt werden müssen.

15 Wenn dann das Kopplungselement eine gewisse Flexibilität insbesondere in radialer Richtung aufweist, dann kann in solchen Fällen eine bessere Fixierung erreicht werden.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn das Kopplungselement mindestens eine Fixierungsausnehmung aufweist,

20 in welche ein entsprechendes Haltelement, beispielsweise eine Haltelasche insbesondere in der Form einer Federzungung, des zweiten Anlagelements eingreifen kann.

Bei einer im wesentlichen rotationssymmetrischen Ausbildung des Kopplungselements in Längsrichtung ist günsti-

25 gerweise eine Fixierungsausnehmung um den Umfang des Kopplungselements umlaufend. Dadurch läßt sich dieses variabel einsetzen.

Bei einer Variante einer Ausführungsform ist es vorgese-

30 hen, daß benachbarte Fixierungsausnehmungen durch ein scheibenförmiges Element getrennt sind. Durch solche scheibenförmigen Elemente werden ebene Halteflächen bereitgestellt, an die das zweite Anlagelement anliegen kann, um es auf diese Weise zu fixieren.

Bei einer anderen Variante einer Ausführungsform ist es

35 vorgesehen, daß benachbarte Fixierungsausnehmungen durch ein solches kugelförmiges Element hat man eine gewisse Variabilität bezüglich der Anlagefläche, so daß sich bei Bedarf das zweite Anlagelement auch in einem Winkel zum Kopplungselement aufschieben läßt, sofern die geometrischen Verhältnisse bei der Knochendeckelfixierung dies erforderlich machen.

Günstigerweise greift das Haltelement des zweiten Anlagelements quer zur Klemmrichtung in eine Fixierungsausnehmung ein.

40 Ganz besonders günstig ist es, wenn das Kopplungselement eine Mehrzahl von Fixierungsausnehmungen umfaßt, welche in Längsrichtung des Kopplungselements angeordnet sind. Dadurch lassen sich entsprechende Abstände zwischen dem ersten und dem zweiten Anlagelement einstellen, und insbesondere läßt sich der Abstand einstellen, der zur Erzielung einer guten Klemmwirkung notwendig ist.

Günstigerweise sind dabei benachbarte Fixierungsausnehmungen im gleichen Abstand zueinander angeordnet.

Es kann insbesondere vorgesehen sein, daß das Kopplungselement mit einer aus Fixierungsausnehmungen gebildeten Eingriffsleiste versehen ist. Diese ist vorteilhafterweise als Rasileiste ausgebildet, um so auf einfache Weise eine Kopplung und Fixierung zu ermöglichen.

Bei einer Variante einer Ausführungsform ist es vorgesehen, daß das Kopplungselement mindestens zwei Eingriffsleisten aufweist. Günstigerweise sind dabei mindestens zwei Eingriffsleisten bezüglich des Abstands von Fixierungsausnehmungen relativ zum ersten Anlagelement versetzt zueinander angeordnet. Durch die Versetzung läßt sich eine feinere Stufenunterteilung erreichen, ohne daß eine Fixierungsausnehmung und ein zwischen Fixierungsausnehmungen liegender Steg selber geschmälert werden muß.

Bei einer Variante einer Ausführungsform ist eine Seiten-

fläche des Kopplungselementes mit einer Eingriffsleiste versehen. Dadurch stößt die Eingriffsleiste selber nicht an die Knochenplatten an.

Bei einer anderen Variante einer Ausführungsform ist eine Eingriffsleiste zwischen Seitenflächen des Kopplungselementes am Kopplungselement angeordnet. Die Eingriffsleiste läßt sich dadurch über einen größeren Flächenbereich anordnen und entsprechend die Kopplung verbessern. Beispielsweise ist es bei einer Anordnung an der Seitenfläche sehr vorteilhaft, wenn gegenüberliegende Seitenflächen jeweils mit einer Eingriffsleiste versehen sind, um die Kopplung durch Erhöhung der Kopplungsfläche zu verbessern. Bei einer Anordnung zwischen den Seitenflächen genügt eine Eingriffsleiste, da eine größere Eingrifffläche bereitstellbar ist.

Es kann vorgesehen sein, daß eine Eingriffsleiste stufenförmig ausgebildet ist. Bei einer weiteren Variante kann es vorgesehen sein, daß eine Eingriffsleiste sägezahnförmig ausgebildet ist. Fertigungstechnisch besonders günstig ist es, wenn eine Eingriffsleiste rechteckförmige Ausnehmungen als Fixierungsausnehmungen umfaßt.

Bei einer vorteilhaften Variante einer Ausführungsform weist eine Fixierungsausnehmung einen sich verjüngenden Querschnitt auf. Bei entsprechender Anpassung des zweiten Anlageelements (d. h. entsprechender Anpassung eines Halteils davon) läßt sich eine Keilwirkung erzielen zur besseren Fixierung.

Günstig ist es, wenn das zweite Anlageelement eine Haltelache aufweist, welche in eine Fixierungsausnehmung eintauchbar ist und mittels der sich das zweite Anlageelement mit dem Kopplungselement verbinden läßt.

Bei einer Variante einer Ausführungsform weist eine Haltelache eine Mehrzahl von Haltezähnen zum gleichzeitigen Eingriff in eine Mehrzahl von Fixierungsausnehmungen auf. Dadurch wird eine erhöhte Fixierungssicherheit erreicht.

Es kann auch vorgesehen sein, daß eine Haltelache in einem Winkel zu einer Anlagefläche des zweiten Anlagelements angeordnet ist. Dadurch läßt sich beispielsweise eine Fixierungsausnehmung als durchgehende Öffnung mit rechteckigem Querschnitt ausbilden und durch die schräge Anordnung der Haltelache eine gute Fixierung erreichen.

Es kann auch vorgesehen sein, daß das zweite Anlageelement weitere Haltemittel zur Fixierung an dem Kopplungselement aufweist. Diese dienen zusätzlich zur Haltelache zur Kopplung. Bei einer Variante einer Ausführungsform umfaßt das zweite Anlageelement Fixierungslaschen, zwischen welchen die Haltelache angeordnet ist und durch welche das Kopplungselement fixierbar ist. Beispielsweise können die Fixierungslaschen das Kopplungselement umgreifen und so zusätzlich sichern. Günstig ist es, wenn die Fixierungslaschen als Schnapplaschen ausgebildet sind, so daß beim Aufschieben des zweiten Anlagelements eine Kraft überwunden werden muß und nach deren Überwindung die Fixierungslaschen zurück schnappen und so das zweite Anlagelement zusätzlich klemmend halten.

Bei einer Ausführungsform ist es vorgesehen, daß das zweite Anlagelement durch Drehung relativ zum Kopplungselement mit diesem verbinderbar ist. Günstigerweise weist dabei das zweite Anlagelement eine Haltelache auf, welche bei Drehung relativ zum Kopplungselement in eine Fixierungsausnehmung des Kopplungselementes eingreifbar ist.

Bei einer weiteren Variante ist es vorgesehen, daß das zweite Anlagelement einen Einführschlitz aufweist, welcher zum Rand des zweiten Anlagelements hin offen ist. Eine solche Ausführungsform ist insbesondere vorteilhaft, wenn das Kopplungselement schaftartig ausgebildet ist.

Es kann dabei vorgesehen sein, daß Seitenflächen des Einführschlitzes quer zu einer Anlagefläche des zweiten Anlagelements versetzt sind. Dadurch läßt sich eine zusätzliche Verklemmung erreichen, und insbesondere lassen sich die Seitenflächen mit gegenüberliegenden Zähnen versehen, die für eine zusätzliche Verzahnung zur weiteren Sicherung sorgen.

Bei einer Ausführungsform ist es vorgesehen, daß das Kopplungselement linear flexibel ausgebildet ist. Dies bedeutet, daß bezogen auf ein Linienelement das Kopplungselement radial-isotrop flexibel ist. Beispielsweise ist das Kopplungselement dann durch einen Faden oder Draht gebildet. Durch ein derartig ausgebildetes Kopplungselement läßt sich insbesondere ein Abstand zwischen dem ersten und zweiten Anlagelement stufenlos einstellen.

Günstig ist es, wenn das erste Anlageelement in einem Abstand angeordnete Ausnehmungen zum Durchfädeln des linear flexiblen Kopplungselementen aufweist. Zwischen den beiden Ausnehmungen läßt sich dann mit jeweils durchgezogenen Fadenenden eine Schleife bilden, und durch Zug an den beiden Fadenenden läßt sich über die Schleife das erste Anlagelement unter Zugspannung setzen, und so beispielsweise zu einer Knochenplatte ziehen.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn das zweite Anlagelement mindestens eine Ausnehmung zum Durchführen des flexiblen Kopplungselementen aufweist. Dadurch wird die Fixierung, die eine Fixierung des ersten und des zweiten Anlagelements relativ zueinander umfaßt, erleichtert.

Bei einer ersten Variante einer Ausführungsform sind das erste und das zweite Anlagelement mit dazwischenliegenden Knochenplatten durch einen Knoten im linear flexiblen Kopplungselement fixierbar. Bei entsprechender Wahl des Knotens läßt sich eine Zugspannung ausüben, die das erste und das zweite Anlagelement aufeinanderzubewegen und dazwischenliegende Knochenplatten gegeneinander fixiert. Der Knoten selber fixiert dann diese Fixierungsstellung.

Bei einer zweiten Variante einer Ausführungsform ist es vorgesehen, daß das zweite Anlagelement ein Pflockelement zum Fixieren des linear flexiblen Kopplungselementen durch Umschleifen aufweist. Ein linear flexibles Kopplungselement, beispielsweise ein Faden oder ein Draht, läßt sich auf einfache Weise um das Pflockelement schlingen oder wickeln und wird so im wesentlichen durch Reibungskraft an dem Pflockelement gehalten. Dadurch läßt sich ein Abstand zwischen den beiden Anlageelementen fixieren. Bei entsprechender Wahl der Umwicklungsschleifen läßt sich noch eine Zugspannung ausüben, die das erste und das zweite Anlagelement aufeinander zu bewegen und durch weitere Umwicklungen läßt sich dann eine Fixierungsstellung sichern. Zusätzlich kann dann noch nach erfolgter Umwicklung ein Knoten vorgesehen werden.

Günstigerweise ist dabei das Pflockelement vertieft angeordnet, so daß es nicht oder nur wenig über eine äußere Oberfläche des zweiten Anlagelements hinausragt, d. h. dessen äußere Abmessungen im wesentlichen nicht vergrößert.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn eine Fixierungsausnehmung des zweiten Anlagelements eine Klemmaufnahme für das linear flexible Kopplungselement umfaßt. Durch Einführung beispielsweise eines Fadens in diese Klemmaufnahme ist dieser gesichert, d. h. gegenüber dem zweiten Anlagelement fixiert. Auf diese Weise läßt sich dann ein Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Anlagelement fixieren und damit lassen sich auch nebeneinanderliegende Knochenplatten gegeneinander fixieren.

Günstigerweise ist dabei eine Klemmaufnahme in einem radialen Abstand bezogen auf eine Projektion einer Durchführungsöffnung des ersten Anlagelements auf das zweite

Anlageelement angeordnet. Dadurch läßt sich eine verbesserte Klemmwirkung erzielen, da beim Einbringen des linear flexiblen Kopplungselementes in eine Klemmaufnahme durch Bewegung quer zur Klemmrichtung diese nicht verhindert wird.

Ein erfundengemäßes Verbindungselement läßt sich auf einfache Weise einsetzen und kostengünstig herstellen, wenn das zweite Anlageelement kraftschlüssig an dem Kopplungselement fixierbar ist.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn die Relativbewegung zwischen dem zweiten Anlagelement und dem Kopplungselement zur Fixierung des zweiten Anlagelements mit dem Kopplungselement ausgehend von einer nicht fixierten Stellung in eine Fixierungsstellung erfolgt, denn dadurch läßt sich auf einfache Weise eine Verriegelung herstellen oder wieder aufheben.

Die eingangs genannte Aufgabe wird bei einem chirurgischen Verbindungselement der eingangs beschriebenen Art erfundengemäß auch dadurch gelöst, daß das Kopplungselement mindestens eine Fixierungsausnahme aufweist, in die ein entsprechendes Kopplungselement des zweiten Anlagelements zur Kopplung dieses zweiten Anlagelements an das Kopplungselement eingreift.

Ein solches chirurgisches Verbindungselement weist dieselben Vorteile auf, wie sie bereits oben erwähnt wurden.

Vorteilhafterweise erfolgt dabei der Eingriff im wesentlichen quer zu einer Klemmrichtung. Insbesondere ist das zweite Anlagelement kraftschlüssig an dem Kopplungselement fixierbar.

Ein chirurgisches Verbindungselement gemäß der Ansprüche 66 bis 68 kann auch die Merkmale und Vorteile aufweisen, wie sie bereits im Zusammenhang mit einem chirurgischen Verbindungselement gemäß einem der Ansprüche 1 bis 65 beschrieben worden sind.

Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines einer Schädelkapsel entnommenen Kalottensegments, welches wieder in die verbliebene Schädelkalotte eingesetzt ist, wobei nebeneinander liegende Knochenplatten mit Hilfe von Verbindungselementen gemäß einer ersten Ausführungsform fixiert sind;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes mit fixierten Knochenplatten;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer dritten Ausführungsform eines Verbindungselementes mit fixierten Knochenplatten;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer vierten Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 5 eine perspektivische Ansicht einer fünften Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 6 eine perspektivische Ansicht einer sechsten Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 7 eine perspektivische Ansicht einer siebten Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer achten Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 9 eine perspektivische Ansicht einer neunten Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 10 eine perspektivische Ansicht einer zehnten Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 11 eine perspektivische Ansicht einer elften Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 12 eine perspektivische Ansicht einer zwölften Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 13 eine perspektivische Ansicht einer 13. Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 14 eine perspektivische Ansicht einer 14. Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 15 eine perspektivische Ansicht einer 15. Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes;

Fig. 16 eine perspektivische Ansicht einer 16. Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes und

Fig. 17 eine perspektivische Ansicht einer 17. Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes.

15 Ein Anwendungsbeispiel für ein erfundengemäßes Verbindungselement ist die Fixierung eines Kalottensegments 10, wie in Fig. 1 gezeigt, an einer umgebenden verbliebenen Schädelkalotte 12. Das Kalottensegment 10 wurde durch Craniotomschnitte entfernt, welche einen Schnittspalt 14 gebildet haben, um einem Operateur einen Zugang zum unter dem Kalottensegment 10 liegenden Gehirn zu verschaffen. Nach erfolgter Operation wird dieses Kalottensegment 10 wieder eingesetzt. Mit Hilfe erfundengemäßer Verbindungselemente 16, beispielsweise mittels dreier solcher Verbindungselemente 16, wie in Fig. 1 dargestellt, werden die benachbarten Knochenplatten 10 und 12 fixiert, so daß das Kalottensegment 10 wieder mit der Schädelkalotte 12 verwachsen kann. Dazu ist ein solches Verbindungselement 16 aus einem körperverträglichen Material gefertigt und insbesondere aus einem resorbierbaren Material, so daß Körpergewebe mit dem Verbindungselement verwachsen kann.

Bei einer ersten Ausführungsform eines erfundengemäßes Verbindungselementes, welche in Fig. 1 gezeigt ist, umfaßt ein solches Verbindungselement 16 ein erstes scheibenförmiges Anlageelement 18 und ein zweites Anlagelement 20, welches grundsätzlich gleich aufgebaut ist wie das erste Anlageelement. Das erste Anlagelement 18 wird unter das Kalottensegment 10 und die Schädelkalotte 12 gelegt und das zweite Anlagelement 20 in einem Abstand dazu über das Kalottensegment 10 und die Schädelkalotte 12. Durch Fixierung des ersten Anlagelements 18 relativ zum zweiten Anlagelement 20 und Ausübung einer Klemmkraft in eine Klemmrichtung 22, welche bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel im wesentlichen senkrecht zu den Knochenplatten 10 und 12 ist, lassen sich dann das benachbarte Kalottensegment 10 und die Schädelkalotte 12 gegeneinander fixieren.

Das erste Anlagelement 18 weist zwei in einem Abstand angeordnete Durchführungsausnahmen 24a, 24b auf, deren Verbindungsstelle 26 bevorzugterweise auf einer Durchmesserlinie liegt. Ein Faden oder Draht 28 als Kopplungselement, welches linear flexibel ist in dem Sinne, daß es bezogen auf einen tangentialen Richtungsvektor senkrecht zu diesem Richtungsvektor keine Vorzugsrichtung bezüglich der Flexibilität gibt, ist so durch die beabstandeten Durchführungsausnahmen 24a und 24b im ersten Anlagelement 18 geschleift, daß zwischen den beiden Durchführungsausnahmen 24a und 24b ins Schädelinnere weisend eine Schleife 30 gebildet ist.

Das Kopplungselement 28 ist dann durch den Schnittspalt 14 vom Schädelinneren weg durch entsprechende Ausnehmungen 32a, b im zweiten Anlagelement 20 geführt. Wird eine Zugkraft nach außen (entgegen der Klemmrichtung 22) auf entsprechende Enden des Kopplungselementes 28 ausgeübt, dann bewirkt dies, daß die Schleife 30 an dem ersten Anlagelement 18 anliegt.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind das erste Anlagelement 18 und das zweite Anlagelement 20 über einen Knoten 34 gegeneinander fixiert. Dazu werden

entsprechende Enden des Kopplungselements 28 nach Durchschleifen durch die Ausnehmungen 32a und 32b des zweiten Anlageelements und Anziehen des Kopplungselementes quer zur Klemmrichtung 22 geführt und miteinander verknotet, wobei eine Zugspannung ausgeübt wird, um eine Klemmkraft dadurch auszuüben, daß über die Schleife 30 das zweite Anlageelement 20 nach oben gezogen wird und gegen das Kalottensegment 10 und die Schädelkalotte 12 gespannt ist. Durch den Knoten 34 wird diese Fixierungsstellung oder Klemmstellung gesichert, d. h. die Fixierungsstellung 36 wird verriegelt.

Auf diese Weise sind dann über die Klemmwirkung des ersten Anlagelements 18 und des zweiten Anlagelements 20 auf die zwischenliegenden Knochenplatten das Kalottensegment 10 und die Schädelkalotte 12 zumindest in dem Bereich um ein Verbindungselement relativ zueinander fixiert. Durch die Verwendung mehrerer solcher Verbindungselemente 16 läßt sich dann das Kalottensegment 10 gegenüber der verbliebenen Schädelkalotte 12 im gesamten fixieren.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel, welches in Fig. 2 gezeigt ist, ist das erste Anlagelement 38 grundsätzlich gleich aufgebaut, wie für das erste Ausführungsbeispiel beschrieben. Jedoch weist das erste Anlagelement bevorzugterweise zentral angeordnet einen Haltekörper 40 auf, welcher sich über eine Anlagefläche 42 erhebt. Das erste Anlagelement 38 wird bei dieser zweiten Ausführungsform 44 eines Verbindungselementes mit dem Haltekörper 40 in den Schnittspalt 14 zwischen den benachbart angeordneten Knochenplatten 10 und 12 positioniert, um eine zusätzliche Verkeilung und damit eine bessere Fixierung zwischen den beiden Knochenplatten 10 und 12 zu bewirken.

Bevorzugterweise ist der Haltekörper 40 quer zur Klemmrichtung 22 elastisch und insbesondere federnd ausgebildet, so daß eine gewisse Variabilität bei der Bewegung der beiden Knochenplatten 10 und 12 aufeinander zu oder voneinander weg besteht, um ein optimales Fixierungsergebnis zu erreichen.

Bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel umfaßt der Haltekörper 40 zwei gegenüberliegende Stiftteile 46 und 48, zwischen welchen ein Zwischenraum 50 gebildet ist. Die Stiftteile 46 und 48 sind dabei nach außen kegelstumpfförmig ausgebildet. Der Zwischenraum 50 bestimmt im wesentlichen, wie weit die Knochenplatten im Schnittspalt aufeinanderzuschiebbar sind; stoßen die beiden Stiftteile 46 und 48 aneinander, dann ist der minimale Abstand zwischen den Knochenplatten erreicht.

Bei der zweiten Ausführungsform 44 ist im Zentrum des zweiten Anlagelements 52 ein Pflockelement 54 angeordnet, welches insbesondere in einer gegenüber einer äußeren Oberfläche 56 gebildeten Vertiefung 58 sitzt, damit dieses Pflockelement 54 nicht oder nur geringfügig über die Oberfläche 56 hinausragt.

In dem zweiten Anlagelement 52 sind in radialer Richtung seitlich offene keilförmige Ausnehmungen 60a, 60b gebildet, durch die das flexible Kopplungselement 28 einführbar ist, um es um das Pflockelement 54 umschleifen und insbesondere umwickeln zu können.

Die Klemmkraft zwischen dem ersten Anlagelement 38 und dem zweiten Anlagelement 52 wird grundsätzlich, wie bereits oben für die erste Ausführungsform beschrieben, erzeugt. Die Fixierungsstellung wird dabei dadurch verriegelt, d. h. fixiert, daß die jeweiligen Enden des linear flexiblen Kopplungselements 28 um das Pflockelement 54 so gewickelt werden, daß die beiden Lageelemente 38 und 52 gegenüberliegender Knochenplatten 10 und 12 gehalten sind. Die Ausnehmungen 60a und 60b dienen dabei als Einführungsschlitz für ein fadenförmiges Kopplungselement 28.

Das zweite Anlageelement 52 kann dabei ebenfalls einen zentral angeordneten Haltekörper 53 aufweisen, der insbesondere gleich wie der Haltekörper 40 des ersten Anlagelements ausgebildet ist.

Bei einer dritten Ausführungsform eines Verbindungselements 62, welche in Fig. 3 gezeigt ist, ist das erste Anlagelement 64 wie das erste Anlagelement 18 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel (Fig. 1) ausgebildet. Das zweite Anlagelement 66 weist eine zentrale Öffnung 68 als Durchführungsausnehmung für das linear flexible Kopplungselement 28 zum Durchführen von diesem auf. Ausgehend von dieser zentralen Öffnung 68 sind gegenüberliegend in radialer Richtung keilförmige Ausnehmungen 70 gebildet. Am radial außen liegenden Ende einer solchen Ausnehmung 70 ist eine Klemmaufnahme 72 als Fixierungsausnehmung gebildet, in die das flexible Kopplungselement 28 einklemmbar ist, um dieses gegenüber dem zweiten Anlagelement 66 zu fixieren.

Eine Klemmaufnahme 72 ist dabei bevorzugterweise bezogen auf eine Projektion einer Durchführungsausnehmung 24a bzw. 24b des ersten Anlagelements 64 in Klemmrichtung 22 auf das zweite Anlagelement 66 (bei entsprechender Ausrichtung von erstem Anlagelement 64 und zweitem Anlagelement 66) in radialer Richtung weiter außen liegend. Dadurch lassen sich durch Zug quer zur Klemmrichtung 22 Knochenplatten zwischen dem ersten Anlagelement 64 und dem zweiten Anlagelement einklemmen, wobei mittels der Klemmaufnahme 72 eine Fixierungsstellung fixierbar ist.

Bei einer vierten Ausführungsform, welche in Fig. 4 gezeigt ist, umfaßt ein erfundungsgemäßes Verbindungselement 74 ein Kopplungselement 76, an dem einstückig ein erstes Anlagelement 78 gebildet ist. Das Kopplungselement 76 mit dem ersten Anlagelement 78 ist dabei starr in dem Sinne, daß es eine feste Gestalt hat.

Das Kopplungselement 76 weist einen unteren Bereich 80 auf, der im Querschnitt rechteckförmig ist, wobei eine Rechteckecke länger ist als eine andere, so daß der untere Bereich 80 bandförmig ausgestaltet ist. Das erste Anlagelement 78 ist dabei quer zur längeren Seite 82 des unteren Bereichs 80, so daß die schmalere Seite 84 den minimalen Abstand benachbarter Knochenplatten bei der Fixierung bestimmt.

An den unteren Bereich 80 schließt sich ein mittlerer Bereich 86 an, auf welchen ein oberer Bereich 88 folgt. Der mittlere Bereich 86 weist einen kleineren Querschnitt bezüglich der längeren Seite 82 als der untere Bereich 80 und der obere Bereich 88 auf, so daß insbesondere durch den Übergang zwischen dem mittleren Bereich 86 und dem oberen Bereich 88 ein Griffellement gebildet ist, mit dessen Hilfe sich das Kopplungselement 76 halten oder bei Bedarf eine Zugspannung auf das erste Anlagelement 78 mit seinen Anlageflächen 90 ausüben läßt.

Der mittlere Bereich 86 ist mit parallel zu den Anlageflächen 90 des ersten Anlagelements 78 versehenen durchgehenden schlitzartigen Ausnehmungen 92 versehen, welche selber zueinander in gleichmäßigem Abstand angeordnet sind, so daß durch die Ausnehmungen 92 eine Eingriffsleiste 94 gebildet ist. Dadurch läßt sich ein zweites Anlagelement 96 in verschiedenen Höhenstellungen mit dem Kopplungselement 76 bezogen auf das erste Anlagelement 78 kraftschlüssig verbinden.

Das zweite Anlagelement 96 weist eine Haltelasche 98 auf, welche an eine Ausnehmung 92 angepaßt ist und mittels welcher das zweite Anlagelement 96 in eine Ausnehmung 92 quer zu der Klemmrichtung 22 eingeschoben wird. Die eben ausgebildete Haltelasche 98 ist dazu an ihrem vorderen Ende mit abgeschrägten Kanten 100 versehen, um das Ein-

führen in eine Ausnehmung 92 zu erleichtern.

Die Halteschleife 98 des zweiten Anlageelements 96 sitzt an einem einer Anlagefläche 102 für eine Knochenplatte bildenden Element 104. Die Halteschleife 98 sitzt dabei an einer Stirnfläche des Elements 104 derart, daß eine Quer-Anlagefläche 106 für das Kopplungselement 76 gebildet ist, mittels welcher sich ein eingeschobenes zweites Anlageelement an dem Kopplungselement 76 quer zur Klemmrichtung 22, welche der Längsrichtung des Kopplungselements 76 entspricht, abstützen kann.

Das Verbindungelement 74 wird mit den Anlageflächen 90 unter zu fixierenden Knochenplatten positioniert, wobei dann der untere Bereich 80 des Kopplungselements 76 sich im Schnittspalt 14 befindet. Zur Fixierung und gleichzeitige Ausübung einer Klemmkraft wird das zweite Anlageelement 96 in die entsprechende Ausnehmung 92 quer zur Klemmrichtung 22 geschoben. In der Ausnehmung 92 ist dann das zweite Anlageelement 96 kraftschlüssig fixiert. Insbesondere ist dabei die Halteschleife 98 derart elastisch ausgebildet, daß sie in Klemmrichtung 22 biegsam ist und entsprechend ein eingeschobenes zweites Anlageelement 96 in Richtung des ersten Anlagelements 78 eine Klemmkraft ausübt.

Bei einer fünften Ausführungsform eines Verbindungs-elements 108, welche in Fig. 5 gezeigt ist, ist das Kopplungselement 110 grundsätzlich gleich aufgebaut wie bei der eben beschriebenen vierten Ausführungsform.

Jedoch ist ein erstes Anlagelement 112 nicht einstückig mit dem Kopplungselement 110 gebildet, sondern als getrenntes Element, welches im wesentlichen gleich wie ein zweites Anlagelement 114 aufgebaut ist. Das zweite Anlagelement 114 umfaßt wiederum eine Halteschleife 116 zum Einschub in eine entsprechende Ausnehmung 92. Die Halteschleife 116 sitzt an einem Element 118, an dem seitlich jeweils Fixierungslaschen 120 in der Form von Haltekrallen sitzen. Bei Einschub des zweiten Anlagelements 114 in eine Ausnehmung 92 des Kopplungselements 110 umgreifen diese Fixierungslaschen 120 das Kopplungselement 110, um eine zusätzliche Verbindung mit diesem zu bewirken und so insgesamt die Fixierung zu verbessern. Dazu weist eine Fixierungslasche 120 an einem Ende einen Haltezahn 122 auf, welcher an seinem vorderen Ende eine abgeschrägte Kante 124 hat, damit der Haltezahn über das Kopplungselement 110 schiebbar ist. Die Fixierungslasche 120 ist dazu derart an dem Element 118 angeordnet, daß sie quer zur Einschubrichtung beweglich ist. Bei eingeschobenem zweiten Anlagelement sitzt das Kopplungselement 110 zwischen dem Element 118 und den Haltezähnen 122.

Das gleich wie das zweite Anlagelement ausgestaltete erste Anlagelement 112 wird an einem unteren Ende des Kopplungselements 110 eingeschoben und entsprechend wie oben für das zweite Haltelement beschrieben an dem Kopplungselement 110 fixiert.

Bevorzugterweise ist eine Anlagefläche 126 des ersten bzw. zweiten Anlagelements 112 bzw. 114 eben, um eine gute Anlage zu ermöglichen.

Bei einer sechsten Ausführungsform 128 eines erfindungsgemäßigen Verbindungs-elements, welche in Fig. 6 gezeigt ist, ist das Kopplungselement 130 grundsätzlich wie oben beschrieben aufgebaut. Jedoch weist das Kopplungselement als zusätzliches Merkmal eine Sollbruchstelle 132 auf, die beispielsweise dadurch gebildet ist, daß das Kopplungselement 130 einen Bereich 134 mit verringertem Querschnitt bezüglich einer längeren Seite 135 aufweist. Die Sollbruchstelle dient dazu, einen Bruch des Kopplungselements 130 zu bewirken, wenn eine Zugspannung erzeugt wird, welche eine optimale Verspannung der Knochenplatten bewirkt.

Bei dem in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel sind wiederum das erste Anlageelement 136 und das zweite Anlageelement 138 gleich ausgebildet. Ein solches Anlageelement 136 bzw. 138 ist scheibenförmig mit schlitzartigen Ausnehmungen 140a, 140b, welche parallel zueinander beabstandet vom Scheibenrand nach innen eines solchen Anlagelements 136 bzw. 138 verlaufen. Dadurch ist zwischen den Ausnehmungen 140a und 140b eine Halteschleife 142 zum Einschieben in eine Ausnehmung 92 des Kopplungselements 130 gebildet. An den Ausnehmungen 140a, b anliegende Seitenflanken 144a, b bewirken einen zusätzlichen Halt eines eingeschobenen Anlagelements an dem Kopplungselement 130.

Bei einer siebten Ausführungsform 146, welche in Fig. 7 gezeigt ist, ist ein Kopplungselement 148 an seinen gegenüberliegenden Seitenflächen (an der schmalen Seite 149) jeweils mit Eingriffsleisten 150 versehen. Eine Eingriffsleiste 150 ist als Zahnteile mit Zähnen 152 und zwischen den Zähnen liegenden Fixierungsausnehmungen 154 ausgebildet.

Das erste Anlagelement 156 und das zweite Anlagelement 158 sind gleich aufgebaut mit einer zentralen Durchführungsöffnung 160, durch welche beispielsweise das zweite Anlagelement 158 auf das Kopplungselement 148 schiebbar ist. In der Durchführungsöffnung 160 sitzt eine umlaufende Halteschleife 162, welche zum Eingriff in eine Fixierungsausnehmung 154 eine Eingriffsleiste 150 dient. Die Halteschleife 162 ist durch radial gegenüberliegende Ausnehmungen 164 durchbrochen, deren Breite und Abstand voneinander an die entsprechenden Dimensionierungen des Kopplungselements 148 angepaßt sind, um über die Ausnehmungen 164 das zweite Anlagelement 158 auf das Kopplungselement 148 aufzuschlieben und parallel zur Längsrichtung des Kopplungselements 148 verschieben zu können.

Bei aufgeschobenem zweiten Anlagelement 158 läßt sich durch Verdrehung, d. h. durch eine Relativbewegung zwischen dem Kopplungselement 148 und dem zweiten Anlagelement 158 quer zur Klemmrichtung, die Halteschleife 162 in Eingriff mit gegenüberliegenden Fixierungsausnehmungen 154 der gegenüberliegenden Eingriffsleisten 150 bringen und somit das zweite Anlagelement 158 an das Kopplungselement 148 koppeln und entsprechend kraftschlüssig fixieren.

Auf diese Weise lassen sich dann zwischen dem ersten Anlagelement 156 und dem zweiten Anlagelement 158 (welches auf die gleiche Weise mit dem Kopplungselement 148 verbunden wird wie das erste Anlagelement) sitzende Knochenplatten fixieren.

Bei einer achten Ausführungsform 166, welche in Fig. 8 gezeigt ist, weist ein Kopplungselement 168 seitlich gegenüberliegende Eingriffsleisten 170 mit Zähnen 172 und zwischen den Zähnen 172 liegenden Fixierungsausnehmungen 174 auf.

Das zweite Anlagelement 176 ist als Scheibe ausgebildet mit einer rechteckförmigen Ausnehmung 178, die parallel zu einer radialen Richtung orientiert ist. Die Breite der Ausnehmung 178 entspricht dabei im wesentlichen einem Abstand von gegenüberliegenden Fixierungsausnehmungen 174 gegenüberliegender Eingriffsleisten 170. Der Abstand gegenüberliegender Zähne 172 einer Eingriffsleiste 170 entspricht im wesentlichen der Dicke des zweiten Anlagelements 176.

Das zweite Anlagelement 176 läßt sich quer zur Längsrichtung des Kopplungselements 168 auf dieses aufschließen.

Das erste Anlagelement 180 ist bei diesem Ausführungsbeispiel einstückig mit dem Kopplungselement 168 gebildet

oder formschlüssig mit diesem verbunden und weist hochgezogene (in Richtung des zweiten Anlageelements 176, wenn dieses an das Kopplungselement 168 gekoppelt ist) Randbereiche 182 auf, welche eine gewisse Elastizität aufweisen. Dadurch lassen sich bei entsprechender Ausübung einer Zugspannung nach Einsatz unter gegenüberliegende Knochenplatten die Randbereiche 182 verformen, dann wird das zweite Anlageelement 176 aufgesetzt und bei Freigabe der Zugspannung bewirkt die von den elastisch verformten Randbereichen 182 auf dazwischenliegende Knochenplatten ausgeübte Kraft eine Erhöhung der Klemmwirkung zwischen dem ersten Anlageelement 180 und dem zweiten Anlagelement 176.

Bei einer neunten Ausführungsform 184, welche in Fig. 9 gezeigt ist, ist das erste Anlagelement 186 wiederum einstückig mit einem Kopplungselement 188 verbunden und im wesentlichen gleich aufgebaut, wie eben für die achte Ausführungsform beschrieben.

Das Kopplungselement 188 selber hat eine zylindrische Gestalt mit zwischen scheibenförmigen Elementen 190 umlaufend gebildeten Fixierungsausnehmungen 192, die dadurch durch gegenüberliegende Ringflächen 194 und eine Zylinderfläche 196, welche an die gegenüberliegenden Ringflächen 194 stößt, begrenzt sind.

Durch die radialsymmetrische Ausbildung des Kopplungselements 188 liegt bezüglich einer Verformung quer zu einer Längsrichtung keine Vorzugsrichtung vor. Dadurch läßt sich das erfundengemäße Verbindungselement gemäß der neunten Ausführungsform vorteilhafterweise einsetzen, wenn eine Verformung bewirkt werden soll bzw. erwartet wird.

Das zweite Anlageelement 198 ist als Scheibe ausgebildet mit einer zentralen Öffnung 200. Diese zentrale Öffnung ist an die Zylinderfläche 196 angepaßt, und über sie wird das zweite Anlagelement 198 durch Anlage des Bereiches um die Öffnung an den Ringflächen 194 an dem Kopplungselement 188 gehalten. Von dem Rand des zweiten Anlagelements zur zentralen Öffnung 200 hin weist das zweite Anlagelement 198 eine keilförmige Ausnehmung 202 auf, mittels der das zweite Anlagelement quer zur Längsrichtung des Kopplungselements 188 auf dieses aufschiebbar ist. Dabei laufen Seitenflächen 204 auf die zentrale Öffnung 200 hin aufeinander zu, so daß beim Aufschieben eine Kraft (zur Öffnung dieser Seitenflächen 204) überwunden werden muß, und bei aufgeschobenem zweitem Anlagelement 198 dieses klemmend gehalten wird oder zumindest so, daß der Rückschub behindert ist.

Bei einer zehnten Ausführungsform 206 eines erfundengemäßen Verbindungselementes, welche in Fig. 10 gezeigt ist, ist ein erstes Anlagelement 208 einstückig mit einem Kopplungselement 210 verbunden. Dieses Kopplungselement weist ein in Längsrichtung verlaufendes zylindrisches Element 212 auf, an welchem kugelförmige Elemente 214 befestigt angeordnet sind, wobei zwischen benachbarten kugelförmigen Elementen 214 jeweils Fixierungsausnehmungen 216 gebildet sind. Das Kopplungselement 210 selber ist flexibel.

Das zweite Anlagelement 218 weist eine Ausnehmung 220 auf, die eine Durchführungsausnehmung 222 umfaßt, mittels der sich das zweite Anlagelement 218 auf das Kopplungselement 210 aufschieben und relativ zu diesem in dessen Längsrichtung bewegen läßt, und weiter eine verbundene Kopplungsausnehmung 224, durch die sich das zweite Anlagelement 218 auf das Kopplungselement 210 quer zu dessen Längsrichtung aufschieben läßt, um dieses an dem Kopplungselement 210 zu fixieren.

Durch die kugelförmige Ausbildung der Elemente 214 ist eine gute Klemmwirkung auch dann erreichbar, wenn das

erste Anlageelement 208 und das zweite Anlagelement 218 nicht parallel ausgerichtet sind, beispielsweise weil die Knochenplatten nicht eben sind, da die Kugelgestalt der Elemente 214 zumindest in gewissem Rahmen auch ein Aufschieben in einer Querrichtung abweichend von einer senkrechten Richtung ermöglicht.

Bei einer elften Ausführungsform 226, welche in Fig. 11 gezeigt ist, ist das Kopplungselement 210 mit dem daran sitzenden ersten Anlagelement 208 gleich ausgebildet wie bei der eben beschriebenen zehnten Ausführungsform.

Ein zweites Anlagelement 228 ist durch einen Ringsteller gebildet, welcher eine zentrale Öffnung 230 aufweist und eine Einführungsausnehmung 232. Die Einführungsausnehmung weist gegenüberliegende Seitenflächen 234 und 236 auf, die zueinander höhenversetzt sind. An der Seitenfläche 234 ist ein in Richtung der Seitenfläche 236 weisender Zahn 238 gebildet und an der Seitenfläche 236 ein entsprechender Zahn 240, welcher in Richtung der Seitenfläche 234 weist. Die beiden Zähne 238 und 240 können ineinander verhaken, nachdem das zweite Anlagelement 228 auf das Kopplungselement 210 aufgeschoben ist, um durch diese zusätzliche Verzahnung einen verbesserten Halt zu bewirken.

Insbesondere kann es vorgesehen sein, daß das Überschieben der Zähne 238 und 240 zu deren Verhakung über eine Anlemezange erfolgt.

Bei einer zwölften Ausführungsform 242, welche in Fig. 12 gezeigt ist, ist wiederum ein erstes Anlagelement 244 einstückig an einem Kopplungselement 246 gebildet, welches einen rechteckförmigen Querschnitt aufweist. In dem Kopplungselement 246 ist eine erste Reihe von linear ausgerichteten durchgehenden Öffnungen 248 als Eingriffsleiste 250 angeordnet und parallel dazu eine weitere entsprechend ausgebildete Eingriffsleiste 252, wobei die durchgehenden Öffnungen 254 der Eingriffsleiste 252 gegen diejenigen der Eingriffsleiste 250 höhenversetzt sind; dadurch stehen feinere Abstandsstufen zur Ankopplung eines zweiten Anlagelements 256, 258 zur Verfügung.

Eine Öffnung 248 bzw. 254 kann dabei zylindrisch ausgebildet sein, und ein entsprechend dazu angepaßtes zweites Anlagelement 256 ist dann ebenfalls zylindrisch ausgebildet oder weist eine zylindrische Haltestasche auf.

Bei einer Variante dieser Ausführungsform kann es auch vorgesehen sein, daß die Öffnungen 248 bzw. 254 sich in eine Richtung hin verjüngen, beispielsweise kegelstumpfförmig sind. Entsprechend ist dann das zweite Anlagelement 258 auch kegelstumpfförmig ausgebildet. Beim Einschub dieses zweiten Anlagelements 258 in die entsprechenden Öffnungen 248 bzw. 254 läßt sich dann eine Keilwirkung erreichen, welche den Halt des zweiten Anlagelements 258 an dem Kopplungselement 246 verbessert.

Bei einer 13. Ausführungsform eines erfundengemäßen Verbindungselementes, welches in Fig. 13 als Ganzes mit 302 bezeichnet ist, ist ein Kopplungselement 304 einstückig mit einem ersten Anlagelement 306 verbunden, welches an einem Ende des Kopplungselementes 304 sitzt. Das erste Anlagelement 306 hat die Form einer rechteckigen Platte mit einem hochgezogenen, in Richtung des Kopplungselementes 304 weisenden Randbereich 308 auf gegenüberliegenden Seiten des ersten Anlagelements 306. Ein solcher Randbereich 308 weist einen Winkel zu einer Anlagefläche 310 des ersten Anlagelements 306 auf.

Das erste Anlagelement 306 ist aus einem so weit flexiblen Material hergestellt, daß ein Randbereich 308 unter Kraftauswirkung in Richtung dieses Randbereiches verformbar ist, um den Winkel zwischen einem Randbereich 308 und der Anlagefläche 310 zu verringern.

Das Kopplungselement 304 weist einen rechteckigen Querschnitt mit einer längeren Seite 312 und einer schmale-

ren Seite 314 auf, wobei die längere Seite 312 im wesentlichen parallel zu einem Randbereich 308 ist. Dadurch läßt sich das erfundungsgemäße Verbindungselement 302 über die schmalere Seite 314 in einen Schnittspalt 14 einsetzen, und die gegenüberliegenden Randbereiche 308 des ersten Anlageelements 306 stoßen von unten an zu fixierende Knochenplatten an.

Auf einer Außenfläche 316 des Kopplungselements 304, welche durch die längere Seite 312 in Längsrichtung des Kopplungselements 304 gebildet ist, ist eine Zahngleiste 318 als Eingriffsleiste angeordnet. Die Zahngleiste 318 ist als Rastleiste sägezahnförmig ausgebildet mit im Querschnitt dreieckigen Zähnen 320, die eine Flanke 322 senkrecht zur Außenfläche 316 aufweisen und eine weitere Flanke 324, welche ausgehend von dieser Flanke in Richtung vom ersten Anlageelement 306 weg zur Außenfläche 316 verläuft. Ein solcher Zahn 320 ist dabei im wesentlichen parallel zur Anlagefläche 310 des ersten Anlagelements 306.

Die Zahngleiste 318 umfaßt eine Mehrzahl von hintereinander linear angeordneten Zähnen 320, die insbesondere in einem gleichen Abstand angeordnet sind. Dadurch ist zwischen der Flanke 322 eines bestimmten Zahnes und der Flanke 324 eines benachbarten Zahnes eine Fixierungsausnehmung 326 in der Form einer Rastausnehmung gebildet.

Ein zweites Anlageelement 328 ist scheibenförmig ausgebildet und weist eine Durchgangsöffnung 330 mit rechteckigem Querschnitt auf, welcher an den Querschnitt des Kopplungselements 304 angepaßt ist. Mittels dieser Durchgangsöffnung 330 läßt sich das zweite Anlageelement 328 auf das Kopplungselement 304 aufschieben und sich relativ zu diesem in Längsrichtung des Kopplungselements 304 bewegen. Die Durchgangsöffnung 330 ist mit einer weiteren Ausnehmung 332 verbunden, in der eine Haltelasche 334 zum Eingriff in eine Fixierungsausnehmung 326 sitzt. Die Haltelasche 324 weist zur Durchgangsöffnung 330 hin und ist insbesondere derart flexibel, daß sie über eine Flanke 324 eines Zahns 320 schiebbar ist und dann in eine Fixierungsausnehmung 326 nach Überschub über die Flanke einrasten kann. Dies bedeutet, daß zum Einrasten die Haltelasche 334 eine Bewegung quer zur Längsrichtung des Kopplungselements 304 ausführt, wenn die Haltelasche von einer verformten Stellung durch Andruck an der schrägen Flanke 324 in ihre unverformte Stellung in der Fixierungsausnehmung 326 zurückkehrt. Die Relativbewegung zwischen Haltelasche 334 und Kopplungselement 304 erfolgt damit aus einer nicht verriegelten Stellung in eine verriegelte Stellung.

Die Haltelasche 334 ist bevorzugterweise in einer Ebene mit einer oberen und unteren Fläche des zweiten Anlagelements 328 angeordnet.

Zur Fixierung von zwischen dem ersten Anlagelement 306 und dem zweiten Anlagelement 328 benachbart liegenden Knochenplatten, wobei das Kopplungselement 304 in einem Schnittspalt 14 liegt, wird das zweite Anlageelement 328 auf das Kopplungselement 304 aufgeschoben und die Haltelasche 334 über die Zahngleiste 380 geschoben. Durch eine in einer Fixierungsausnehmung 326 eintauchende Haltelasche 334 ist das zweite Anlageelement 328 kraftschlüssig an dem Kopplungselement 304 fixiert. Dadurch läßt sich zwischen dem ersten Anlagelement 306 und dem zweiten Anlagelement 328 eine Klemmkraft auf die Knochenplatten ausüben, die dadurch fixiert werden. Durch die hochgezogenen Randbereiche 308, die sich unter Zugspannung bei der Anlage an die Knochenplatten elastisch verformen und dementsprechend unter Vorspannung stehen, wird diese Klemmkraft verstärkt und damit die Fixierung verbessert.

Es kann vorgesehen sein, daß das Kopplungselement eine Sollbruchstelle aufweist, wie sie bereits im Zusammenhang

mit der sechsten Ausführungsform beschrieben wurde.

Bei einer 14. Ausführungsform 336, welche in Fig. 14 gezeigt ist, umfaßt ein Kopplungselement 338 durchgehende Ausnehmungen 340, welche einen rechteckförmigen Querschnitt haben und in der Form einer Eingriffsleiste 342 parallel zueinander beabstandet angeordnet sind.

Ein zweites Anlageelement 344 ist scheibenförmig ausgebildet mit einer rechteckförmigen Durchgangsöffnung 346, mittels welcher das zweite Anlagelement 344 auf das Kopplungselement 338 aufschiebbar ist. Weiterhin ist quer zur Durchgangsöffnung eine Ausnehmung 348 in dem zweiten Anlagelement 344 gebildet, an der gegenüberliegend Haltelaschen 350a, 350b sitzen, die zum Eingriff in die Ausnehmungen 340, welche Fixierungsausnehmungen sind, dienen. Eine solche Haltelasse 350a, 350b hat die Form einer Federzunge, welche in einem Winkel zu einer Anlagefläche 352 des zweiten Anlagelements 344 abgewandt von dieser steht.

Auf der Anlagefläche 352 weist das zweite Anlageelement zwei Haltekörper 356 auf, so daß diese einem ersten Anlagelement 354 zugewandt in einem Schnittspalt 14 zwischen benachbarten Knochenplatten positionierbar sind. Die zwei Haltekörper 356 liegen dabei auf einer Verbindungsline, welche auf einem Durchmesser des zweiten Anlagelements 344 liegt. Ein Haltekörper 356 selber umfaßt zwei gegenüberliegend angeordnete Haltelelemente 358, welche kegelstumpfförmig ausgebildet sind. Zwischen diesen beiden Haltelelementen 358 ist ein Zwischenraum 360. Dadurch lassen sich die Haltelelemente 358 aufeinander zu bewegen, bis der Zwischenraum 360 überbrückt ist und die beiden Haltelelemente 358 sich berühren.

Solch ausgebildete Haltekörper 356 sorgen für eine zusätzliche Verklemmung, und die Fixierung benachbarter Knochenplatten wird verbessert. Durch die zwei Haltelelemente 358 eines Haltekörpers und den Zwischenraum 360 lassen sich dabei die Knochenplatten noch in gewissem Rahmen aufeinander zu bewegen, so daß Korrekturen bezüglich der Ausrichtung durchführbar sind.

Ähnlich wie bereits für die 13. Ausführungsform beschrieben, wird das zweite Anlagelement 344 auf das Kopplungselement 338 aufgeschoben und die beiden Haltelaschen 350a und 350b greifen gleichzeitig in eine entsprechende Ausnehmung 340 ein, um das zweite Anlagelement 344 an dem Kopplungselement 338 zu fixieren.

Das erste Anlageelement 354 ist grundsätzlich gleich aufgebaut wie das zweite Anlagelement 344, jedoch sind zu gehörige Haltekörper 362 an einer Anlagefläche 364 angeordnet, welche die gegenüberliegende Fläche zu der Anlagefläche 352 des zweiten Anlagelements 344 ist; damit sind das erste Anlagelement 354 und das zweite Anlagelement 344 spiegelsymmetrisch zueinander.

Bei einer 15. Ausführungsform 366, welche in Fig. 15 gezeigt ist, ist ein erstes Anlageelement 368 mit hochgezogenen Randbereichen 370 einstückig mit einem Kopplungselement 372 verbunden. Dieses Kopplungselement 372 weist eine wie oben beschriebene Sollbruchstelle 374 auf. Ein zweites Anlageelement 376 ist wie das zweite Anlagelement 344 der 14. Ausführungsform 336 aufgebaut.

Bei einer Variante der 15. Ausführungsform, welche in Fig. 16 als Ganzes mit 378 bezeichnet ist (16. Ausführungsform), weist ein Kopplungselement 380, an welchem einstückig ein erstes Anlageelement 382 sitzt, eine erste Eingriffsleiste 384 mit Durchgangsausnehmungen 386 und eine parallel dazu angeordnete zweite Eingriffsleiste 388 auf, welche jedoch in Längsrichtung des Kopplungselements 380 so versetzt angeordnet ist, daß zwischen benachbarten Durchgangsöffnungen der ersten Eingriffsleiste, bezogen auf eine Höhe in Längsrichtung des ersten Kopplungsele-

ments 380, eine Durchgangsausnehmung der zweiten Eingriffsleiste 388 sitzt. Dadurch läßt sich eine feinere Höhenverstellung eines zweiten Anlageelements 390 gegenüber dem ersten Anlagelement 382 erreichen.

Das zweite Anlageelement wiederum weist, wie bereits oben für die 14. Ausführungsform beschrieben, eine Durchgangsoffnung 346 auf. In einer Ausnehmung 392 quer dazu sitzen jedoch auf gegenüberliegenden Seiten jeweils zwei Haltelaschen 394 und 396, wobei die Haltelasche 394 zum Eingriff in die erste Eingriffsleiste 384 dient und entsprechend die zweite Haltelasche 396 zum Eingriff in die zweite Eingriffsleiste 388. Das zweite Anlageelement 390 weist damit insgesamt vier als Federzungen ausgebildete Haltelaschen auf, die überkreuz auf beiden Seiten der Eingriffsleisten 384 und 388 eingreifen können.

Bei einer 17. Ausführungsform 398, welche in Fig. 17 gezeigt ist, sitzt an einem Kopplungselement 400 beispielsweise einstückig oder formschlüssig ein erstes scheibenförmiges Anlageelement 402 und weist einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf, wobei in den gegenüberliegenden längeren Seiten 404 mittig eine Vertiefung 406 in der Form einer Eindellung gebildet ist.

Ein zweites Anlageelement 408 ist ebenfalls scheibenförmig ausgebildet mit einer Durchgangsausnehmung 410, welche einen rechteckförmigen Querschnitt hat, so daß das zweite Anlageelement 408 auf das Kopplungselement 400 aufschiebar ist. An dem zweiten Anlagelement 408 sitzen auf einem Durchmesser gegenüberliegend Haltelaschen 412a und 412b, welche über eine Anlagefläche 414 des zweiten Anlagelements 408 hinausstehen. Eine solche Haltelasche 412a bzw. 412b ist der anderen Haltelasche zugewandt mit einer Mehrzahl von Zähnen 416 versehen, beispielweise mit drei Zähnen, welche beabstandet angeordnet sind.

Das Kopplungselement 400 weist gegenüberliegend auf gegenüberliegenden Seitenflächen 418 eine erste Eingriffsleiste 420 und eine zweite Eingriffsleiste 422 auf, die jeweils mit Zähnen 424 versehen sind, wobei zwischen benachbarten Zähnen einer Eingriffsleiste 420 bzw. 422 eine Fixierungsausnehmung 426 zum Eingriff jeweils eines Zahns 416 des zweiten Anlagelements 408 gebildet ist. Dadurch sind die Eingriffsleisten 420 und 422 im Schmittspalt 14 positionierbar, so daß sie nicht an benachbarten Knochenplatten anliegen. Es kann vorgesehen sein, daß die beiden Eingriffsleisten 420 und 422 so höhenversetzt zueinander angeordnet sind, daß die Zähne 424 der beiden Eingriffsleisten relativ zueinander höhenversetzt sind, um eine feinere Höhenverstellbarkeit zu erreichen.

Durch die Mehrzahl von Zähnen einer Haltelasche 412a bzw. 412b greifen gleichzeitig auch eine Mehrzahl von Zähnen in die erste Eingriffsleiste 420 und die zweite Eingriffsleiste 422 ein, um so eine sichere Fixierung zu erhalten.

Um das zweite Anlagelement 408 auf dem Kopplungselement 400 zu verschieben bzw. die Fixierung zu lösen, sind die Haltelaschen 412a bzw. 412b derart flexibel ausgebildet und an dem zweiten Anlagelement 408 angeordnet, daß sie zur Aufhebung der Kopplung von den Eingriffsleisten 420 bzw. 422 weg beweglich sind. Eine dabei stattfindende Verformung des zweiten Anlagelements 408, die zu einer – unerwünschten – Verklemmung an dem Kopplungselement 400 führen könnte, ist dabei durch die Vertiefungen 406 aufnehmbar, so daß die Verschieblichkeit des zweiten Anlagelements 408 längs des Kopplungselementes 400 nicht beeinträchtigt wird.

Patentansprüche

1. Chirurgisches Verbindungselement zur Fixierung

benachbart angeordneter Knochenplatten, umfassend ein erstes Anlageelement (18; 78; 306), ein zweites Anlageelement (20; 96; 328) und ein Kopplungselement (28; 76; 304), mittels welchem erstes und zweites Anlagelement derart miteinander koppelbar sind, daß zwischen dem ersten und zweiten Anlagelement liegende Knochenplatten (10, 12) fixierbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlagelement und das Kopplungselement so ausgebildet und aufeinander abgestimmt sind, daß durch Relativbewegung zwischen dem Kopplungselement und dem zweiten Anlagelement quer zu einer Klemmrichtung (22) die Knochenplatten (10, 12) zwischen dem ersten und dem zweiten Anlagelement fixierbar sind.

2. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fixierungsstellung des ersten und des zweiten Anlagelements durch Relativbewegung zwischen dem Kopplungselement und dem zweiten Anlagelement quer zur Klemmrichtung verriegelbar ist.

3. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fixierungsstellung des ersten und des zweiten Anlagelements durch Relativbewegung zwischen dem Kopplungselement und dem zweiten Anlagelement quer zur Klemmrichtung entriegelbar ist.

4. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und/oder zweite Anlagelement (38; 52) einen Haltekörper (40; 53) aufweisen, welcher in einen Zwischenraum (14) zwischen benachbart angeordneten Knochenplatten (10, 12) einsetzbar ist.

5. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Haltekörper (53) in Querrichtung zur Klemmrichtung (22) elastisch ausgebildet ist.

6. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement aus einem körerverträglichen Material hergestellt ist.

7. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement aus einem resorbierbaren Kunststoffmaterial gefertigt ist.

8. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (130) mit einer Sollbruchstelle (132) versehen ist.

9. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollbruchstelle (132) so am Kopplungselement (130) angeordnet und so ausgebildet ist, daß ein Bruch im wesentlichen bei einer solchen Zugspannung erzeugbar ist, welche eine optimale Vorspannung der Knochenplatten bewirkt.

10. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und/oder zweite Anlagelement (180) einen hochgezogenen Randbereich (182) zur Erzeugung einer Zugspannung in Klemmrichtung (22) aufweist.

11. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste (18) und das zweite (20) Anlagelement im wesentlichen gleich ausgebildet sind.

12. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Anlageelement (112) auf funktionell gleiche Weise wie das zweite Anlagelement (114) mit dem Kopplungselement (110) koppelbar ist.

13. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Anlageelement (78) einstückig oder formschlüssig mit dem Kopplungselement (76) verbunden ist. 5

14. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlageelement (158) mindestens eine Durchgangsausnehmung (160) für das Kopplungselement (148) aufweist, so daß das zweite Anlageelement (158) und das Kopplungselement (148) relativ zueinander im wesentlichen parallel zur Klemmrichtung (22) beweglich sind. 10

15. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlageelement (176) mindestens eine Fixierungsausnehmung (178) aufweist, mittels welcher sich das zweite Anlageelement (176) und das Kopplungselement (168) relativ zueinander fixieren lassen. 15

16. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fixierungsausnehmung (178) eine Ausdehnung in einer Querrichtung aufweist, so daß die Fixierungsausnehmung (178) nicht radialsymmetrisch ausgebildet ist. 20

17. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlageelement (158) mindestens eine Durchgangsausnehmung (160) für das Kopplungselement (148) aufweist, so daß das Kopplungselement (148) und das zweite Anlageelement (158) relativ zueinander verschieblich sind und mindestens eine Fixierungsausnehmung (164) aufweist, wobei die mindestens eine Durchgangsausnehmung (160) und die mindestens eine Fixierungsausnehmung (164) miteinander verbunden sind. 25

18. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlageelement (96; 114; 138; 158; 176; 198; 218; 228; 256; 258) durch eine Relativbewegung des ganzen Anlagelements zum Kopplungselement (76; 110; 130; 148; 168; 188; 210; 246) mit diesem verbindbar ist. 30

19. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten Anlagelement (18; 38; 64) und dem zweiten Anlagelement (20; 52; 66) sitzende Knochenplatten durch eine Relativbewegung des Kopplungselements (28) zum zweiten Anlagelement (20; 52; 66) fixierbar sind. 35

20. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlagelement (328; 344; 376; 390; 408) mit dem Kopplungselement (304; 338; 372; 380; 400) durch eine Relativbewegung eines am zweiten Anlagelement sitzenden Halteteils zum Kopplungselement mit diesem verbindbar ist. 40

21. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (76) ein starrer Körper ist. 45

22. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (76) so dimensioniert ist, daß es in einer Querrichtung zu seiner Längsrichtung eine größere Breite aufweist als in der Querrichtung senkrecht dazu. 50

23. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (76) zumindest in dem Bereich, welcher zwischen benachbarten Knochenplatten positionierbar ist, 55

einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweist. 5

24. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (188; 210) in seiner Längsrichtung im wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet ist. 10

25. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (76) mindestens eine Fixierungsausnehmung (92) aufweist, in welche ein entsprechendes Haltelement (98) des zweiten Anlagelements (96) eingreifen kann. 15

26. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer im wesentlichen rotationssymmetrischen Ausbildung des Kopplungselements (188; 210) eine Fixierungsausnehmung (192; 216) um den Umfang des Kopplungselements umlaufend ist. 20

27. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Fixierungsausnehmungen (192) durch ein scheibenförmiges Element (190) getrennt sind. 25

28. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Fixierungsausnehmungen (216) durch ein kugelförmiges Element (214) getrennt sind. 30

29. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 25 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Haltelement (98) des zweiten Anlagelements (96) quer zur Klemmrichtung (22) in eine Fixierungsausnehmung (92) eingreift. 35

30. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 25 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (76) eine Mehrzahl von Fixierungsausnehmungen (92) umfaßt, welche in Längsrichtung des Kopplungselements (76) angeordnet sind. 40

31. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Fixierungsausnehmungen (92) in gleichem Abstand zueinander angeordnet sind. 45

32. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 25 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (76) mit einer aus Fixierungsausnehmungen gebildeten Eingriffsleiste (94) versehen ist. 50

33. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingriffsleiste (94) als Rastleiste ausgebildet ist. 55

34. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (148) mindestens zwei Eingriffsleisten (150) aufweist. 60

35. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Eingriffsleisten (250) bezüglich des Abstands von Fixierungsausnehmungen (248) relativ zum ersten Anlagelement (244) versetzt zueinander angeordnet sind. 65

36. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 33 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß eine Seitenfläche des Kopplungselements (148) mit einer Eingriffsleiste (150) versehen ist. 70

37. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 33 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß eine Eingriffsleiste (94) zwischen Seitenflächen des Kopplungselements (76) am Kopplungselement (76) angeordnet ist. 75

38. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 33 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß eine Eingriffsleiste (170) stufenförmig ausgebildet ist. 80

39. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 33 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß eine Eingriffsleiste (318) sägezahnförmig ausgebildet ist.

40. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 25 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß eine Eingriffsleiste (342) rechteckförmige Ausnehmungen (340) als Fixierungsausnahmen umfaßt. 5

41. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 25 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fixierungsausnahme (254) einen sich verjüngenden Querschnitt aufweist.

42. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 25 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlageelement (96) eine Haltelasche (98) aufweist, welche in eine Fixierungsausnahme (92) ein-tauchbar ist und mittels der sich das zweite Anlageelement (96) mit dem Kopplungselement (76) verbinden läßt. 15

43. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß eine Haltelasche (412a; 412b) eine Mehrzahl von Haltezähnen (416) zum gleichzeitigen Eingriff in eine Mehrzahl von Fixierungsausnahmen (426) umfaßt.

44. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 42 oder 43, dadurch gekennzeichnet, daß eine Haltelasche (350a; 350b) in einem Winkel zu einer Anlagefläche (352) des zweiten Anlagelements (344) angeordnet ist. 25

45. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 42 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlagelement (114) weitere Haltemittel (120) zur Fixierung an dem Kopplungselement (110) aufweist.

46. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlagelement (114) Fixierungslaschen (120) umfaßt, zwischen welchen die Haltelasche (118) angeordnet ist und durch welche das Kopplungselement (110) fixierbar ist. 35

47. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß die Fixierungslaschen (120) als Schnapplaschen ausgebildet sind.

48. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 21 bis 47, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlagelement (158) durch Drehung relativ zum Kopplungselement (148) mit diesem verbindbar ist. 45

49. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlagelement (158) eine Haltelasche (162) aufweist, welche durch Drehung des zweiten Anlagelements (158) relativ zum Kopplungselement (148) in eine Fixierungsausnahme (154) des Kopplungselement (148) eingreifbar ist.

50. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlagelement (138) einen Einführschlitz (140a; 140b) aufweist, welcher zum Rand des zweiten Anlagelements (138) hin offen ist. 55

51. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, daß Seitenflächen (234, 236) des Einführschlitzes quer zu einer Anlagefläche des zweiten Anlagelements (228) versetzt sind.

52. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (28) linear flexibel ausgebildet ist. 65

53. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungsele-

ment (28) durch einen Faden oder Draht gebildet ist.

54. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 52 oder 53, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Anlageelement (18) in einem Abstand angeordnete Ausnehmungen (24a, 24b) zum Durchführen des linear flexiblen Kopplungselement (28) aufweist.

55. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 52 bis 54, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlageelement (20) mindestens eine Ausnehmung (32a; 32b) zum Durchführen des flexiblen Kopplungselement (28) aufweist.

56. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 52 bis 55, dadurch gekennzeichnet, daß das erste (18) und das zweite (20) Anlageelement mit da-zwischenliegenden Knochenplatten durch einen Knoten (34) im linear flexiblen Kopplungselement (28) fixierbar sind.

57. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 52 bis 56, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlageelement (56) ein Pflockelement (54) zur Fixierung des linear flexiblen Kopplungselement (28) durch Umschleifen aufweist.

58. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 57, dadurch gekennzeichnet, daß das Pflockelement (54) vertieft angeordnet ist.

59. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der Ansprüche 52 bis 58, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fixierungsausnahme des zweiten Anlagelements (66) eine Klemmaufnahme (72) für das linear flexible Kopplungselement (28) umfaßt.

60. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 59, dadurch gekennzeichnet, daß gegenüberliegende Klemmaufnahmen (28) vorgesehen sind.

61. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 59 oder 60, dadurch gekennzeichnet, daß eine Klemmaufnahme (72) in einem radialen Abstand bezogen auf eine Projektion einer Durchführungsöffnung (24a; 24b) des ersten Anlagelements (64) in Klemmrich-tung (22) auf das zweite Anlagelement (66) angeordnet ist.

62. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Anlagelement kraftschlüssig an dem Kopplungselement fixierbar ist.

63. Chirurgisches Verbindungselement nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Relativbewegung zwischen dem zweiten Anlagelement und dem Kopplungselement zur Fixierung des zweiten Anlagelements mit dem Kopplungselement ausgehend von einer nicht fixierten Stellung in eine Fixierstellung erfolgt.

64. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Fixie- rungsausnahmen (92) getrennt voneinander sind.

65. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Fixie- rungsausnahmen (92) nicht miteinander verbunden sind.

66. Chirurgisches Verbindungselement zur Fixierung benachbart angeordneter Knochenplatten, umfassend ein erstes Anlagelement (18; 78; 306), ein zweites Anlagelement (20; 34; 96; 328) und ein Kopplungselement (28; 76; 304), mittels welchem erstes und zweites Anlagelement derart miteinander koppelbar sind, daß zwischen dem ersten und zweiten Anlagelement liegende Knochenplatten (10, 12) fixierbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (304) mindestens eine Fixierungsausnahme (326) aufweist, in

die ein entsprechendes Kopplungselement (334) des zweiten Anlagelements (328) zur Kopplung dieses zweiten Anlagelements (328) an das Kopplungselement (304) eingreift.

67. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch 5
66, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingriff im we-
sentlichen quer zu einer Klemmrichtung (22) erfolgt.
68. Chirurgisches Verbindungselement nach Anspruch
66 oder 67, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite
Anlagelement kraftschlüssig an dem Kopplungsele- 10
ment fixierbar ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG.1

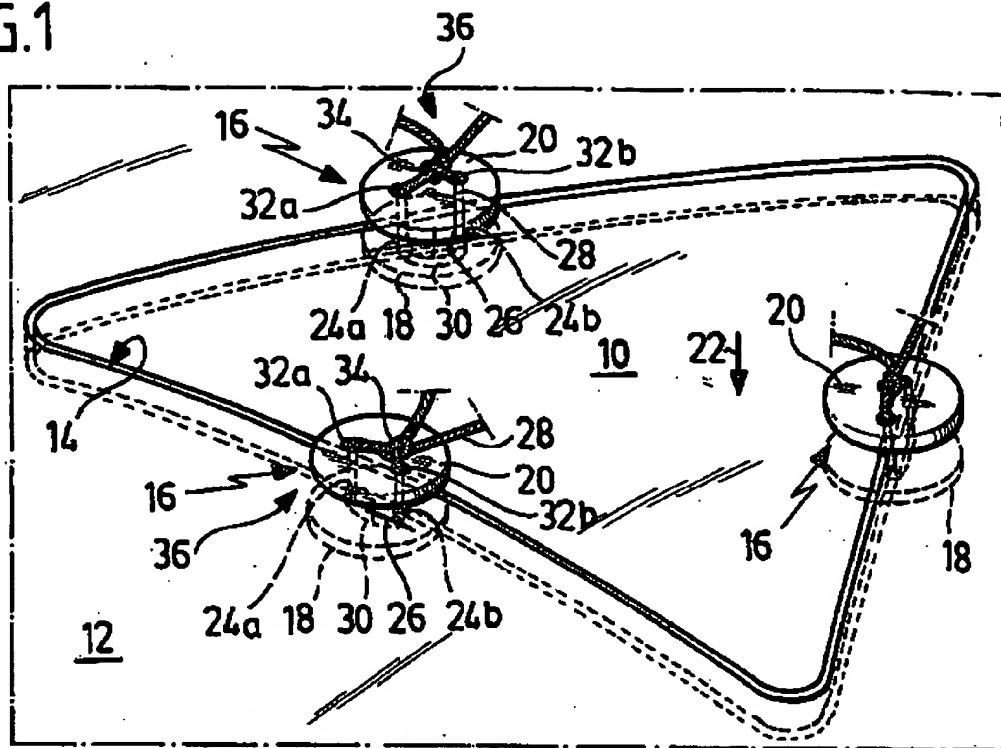


FIG. 2

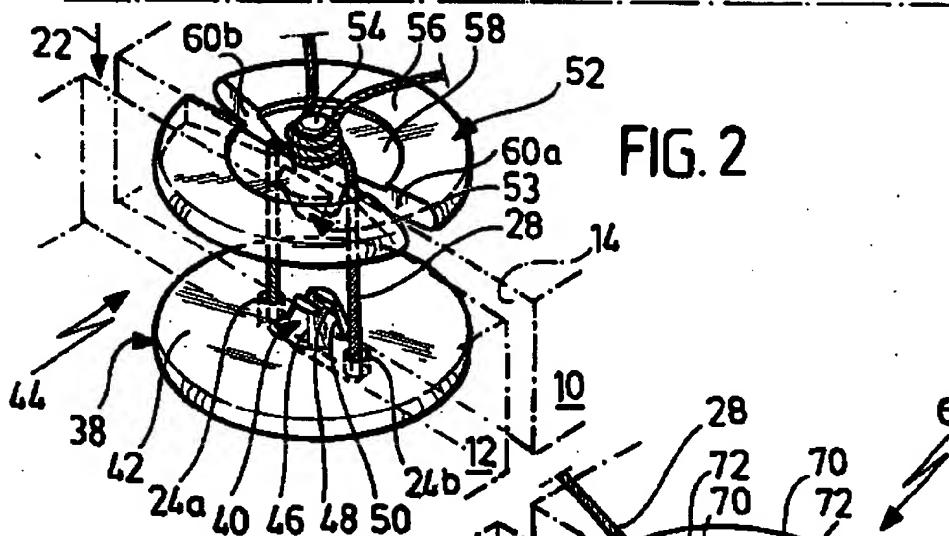


FIG. 3

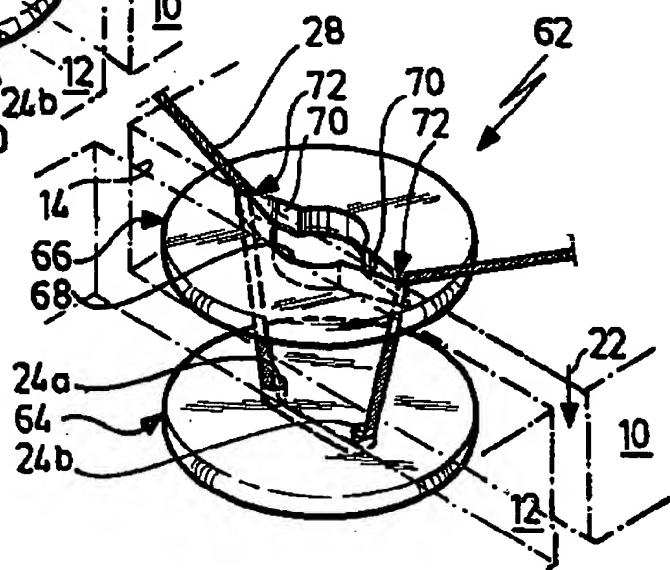


FIG. 4

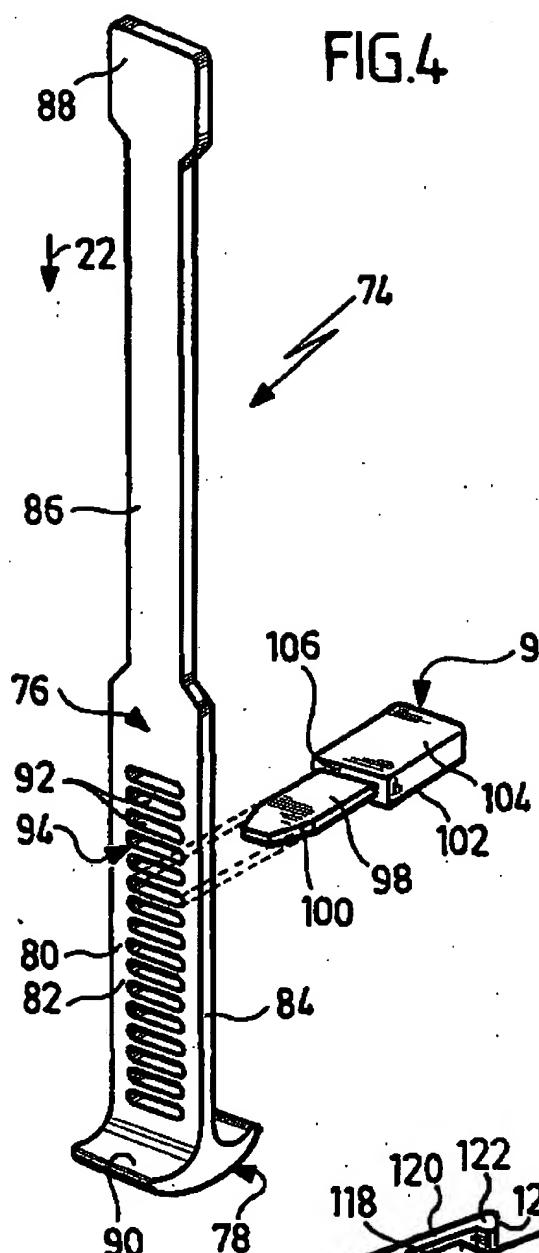


FIG. 5

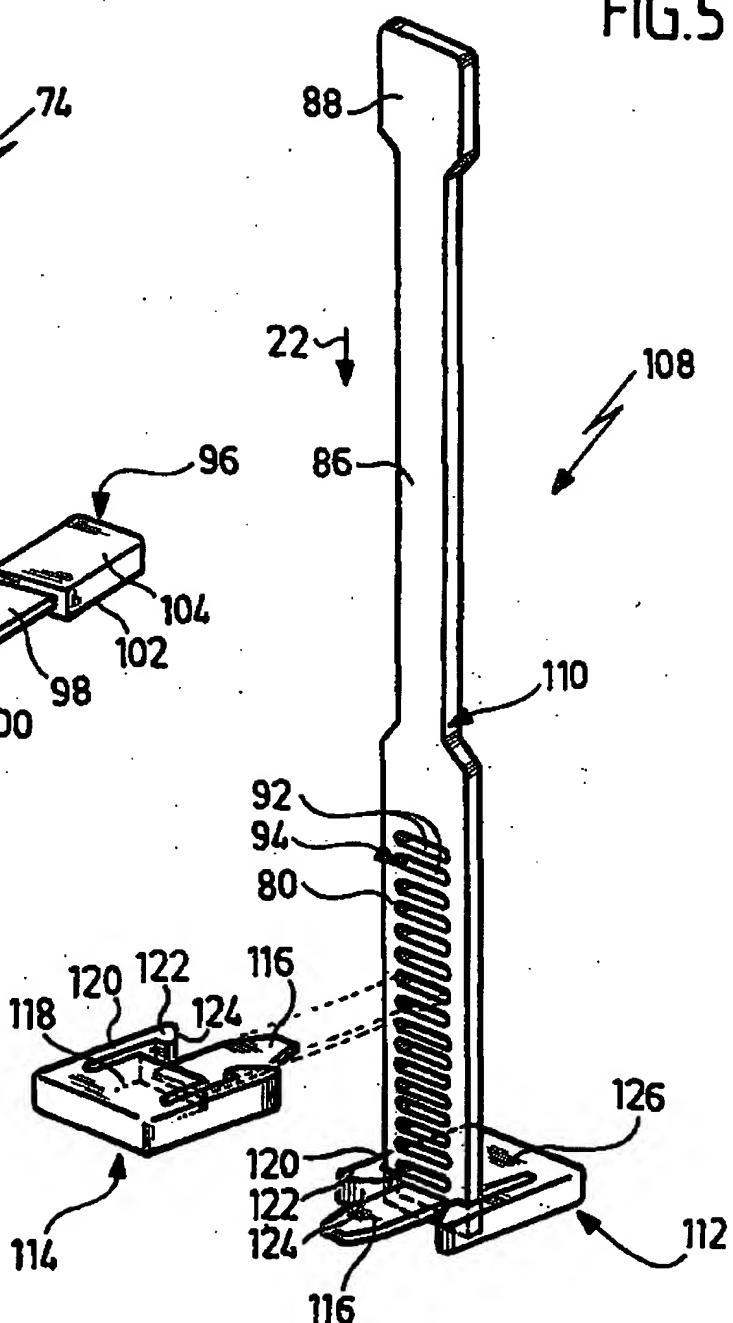


FIG. 6

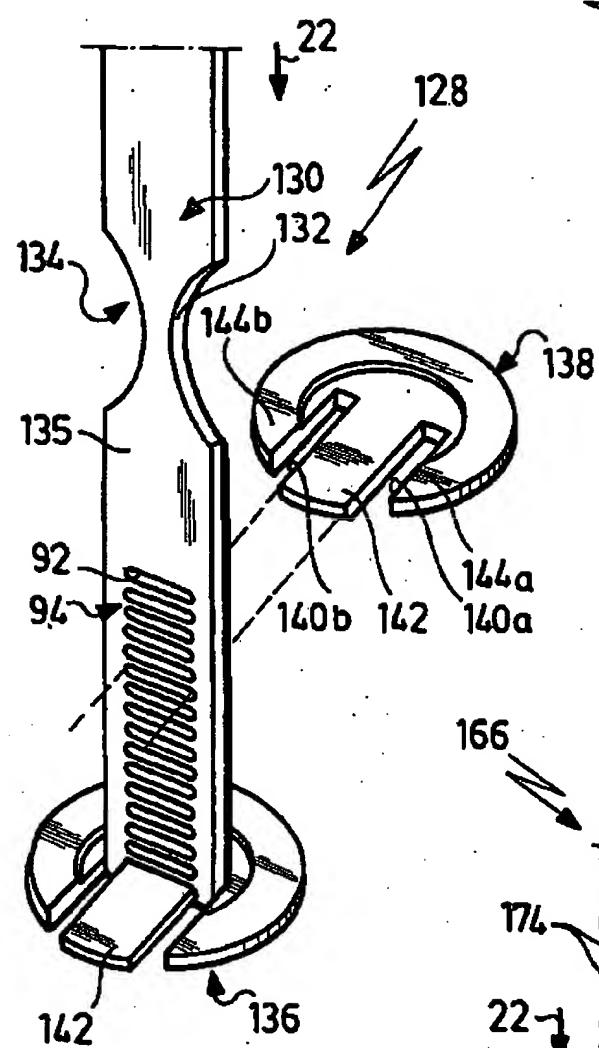


FIG. 7

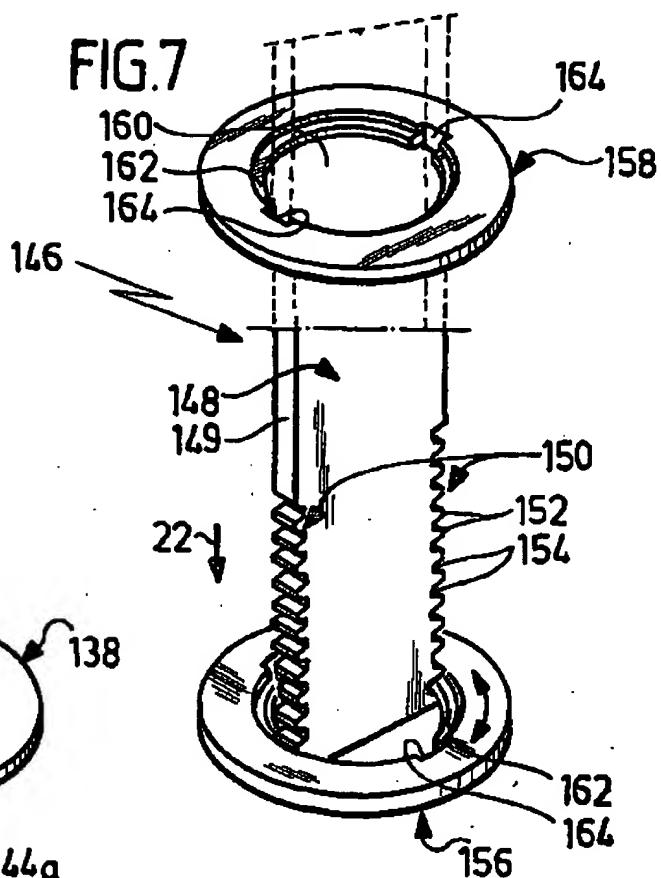


FIG. 8

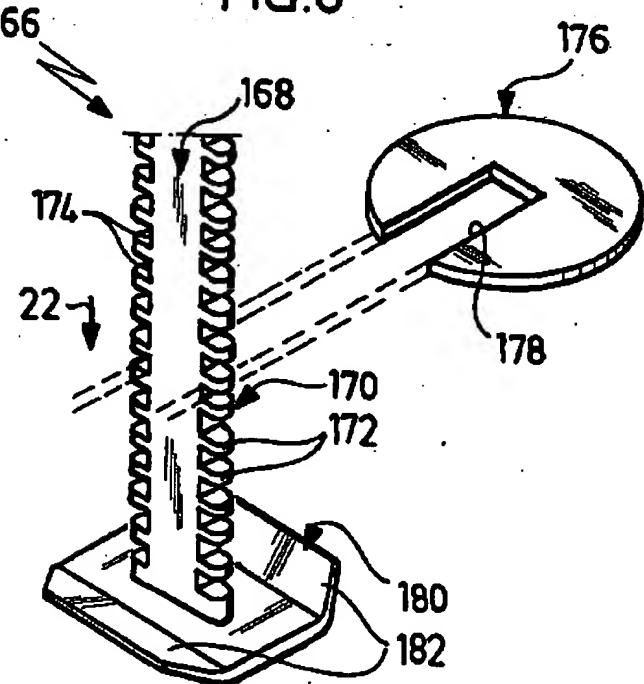


FIG.9

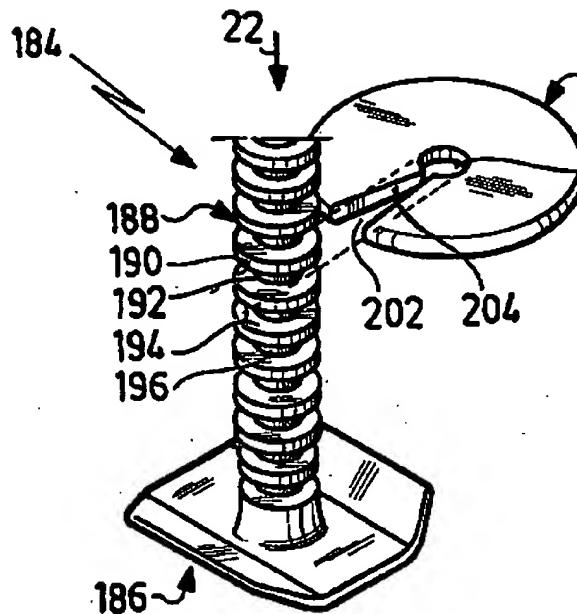


FIG.10

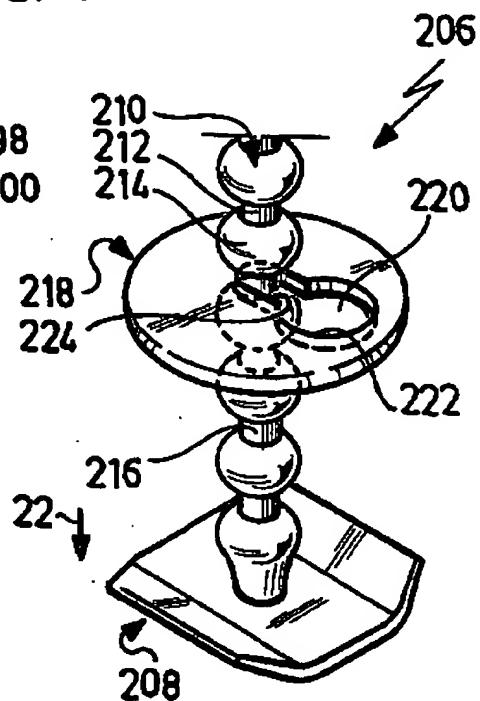


FIG.11

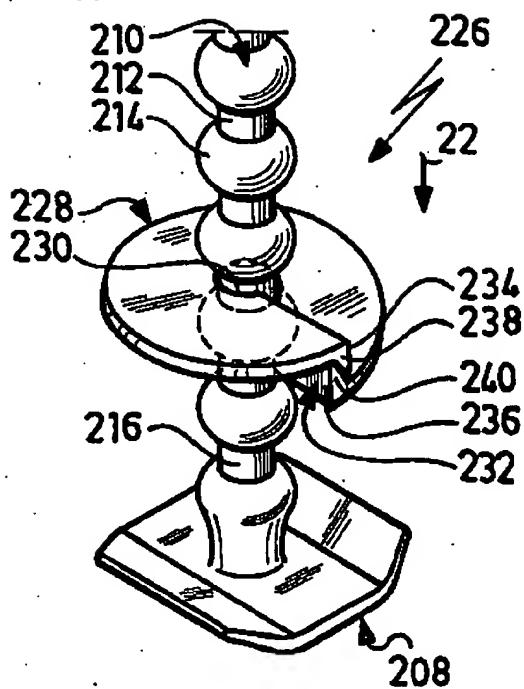


FIG.12

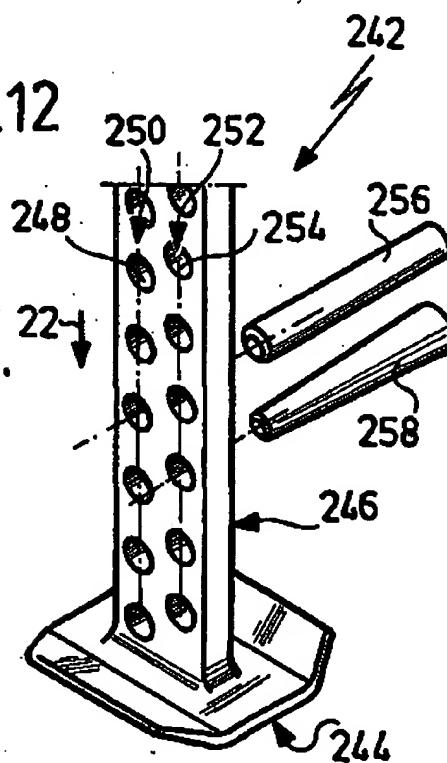


FIG. 13

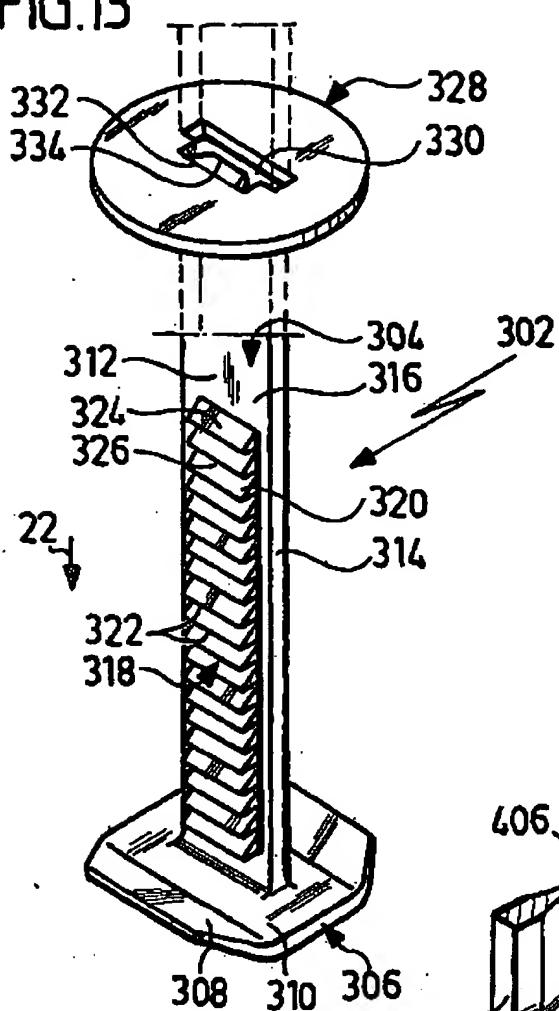


FIG.14

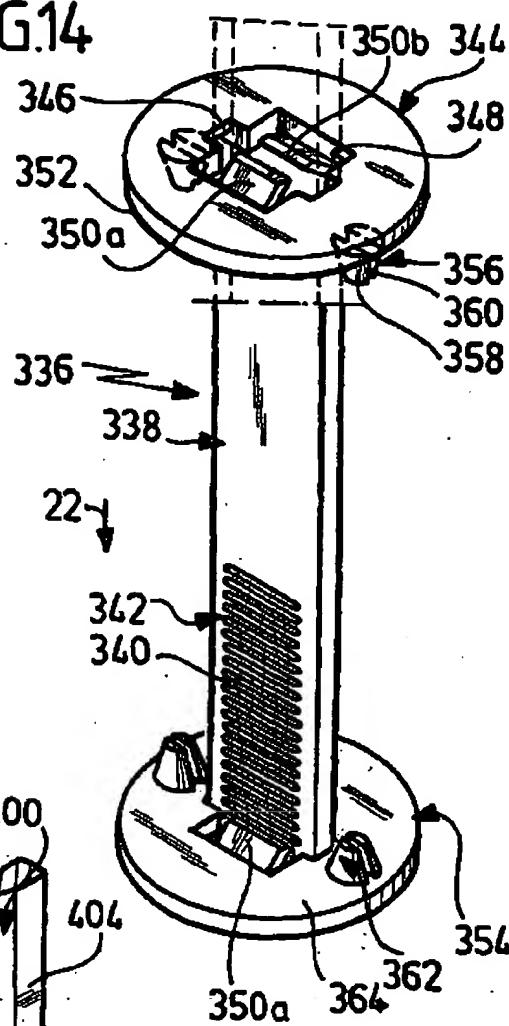


FIG.17

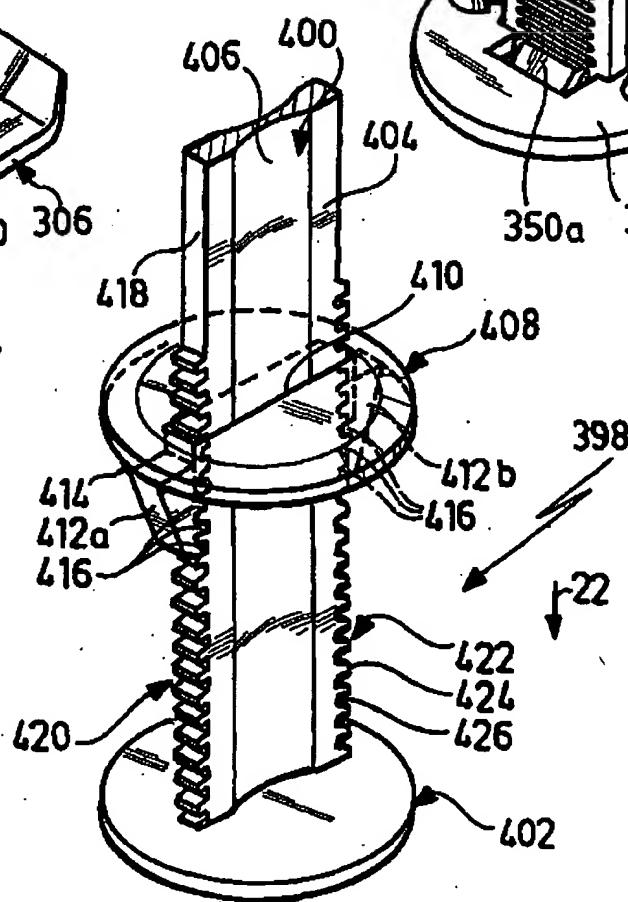


FIG.15

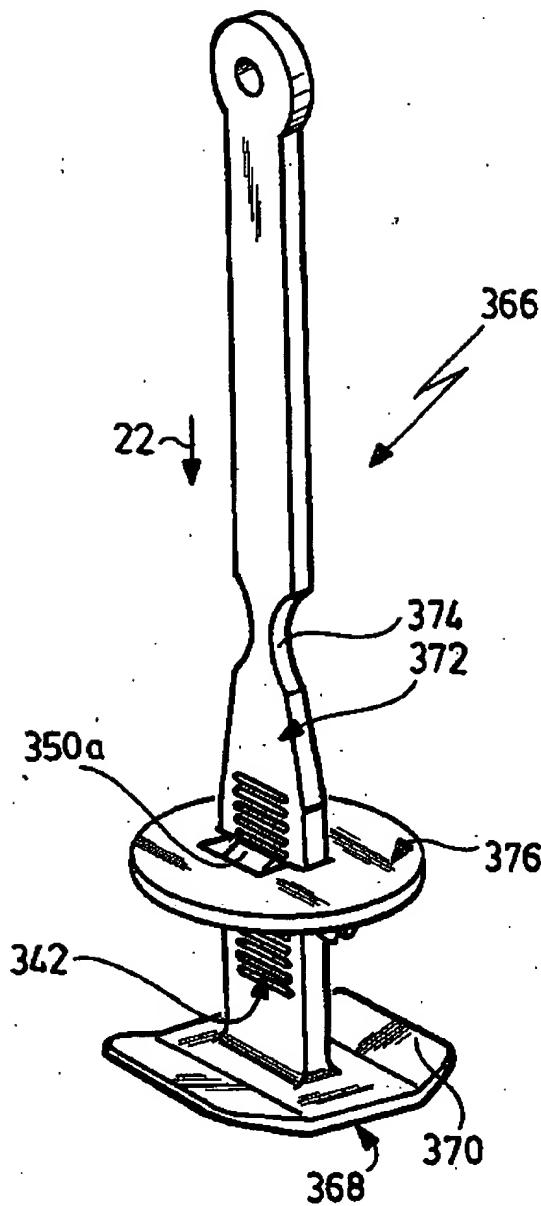


FIG.16

